

Министерство образования и науки Российской Федерации
Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина»

Ю. Н. Логинов, Ю. В. Инатович

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

2-е издание, исправленное и дополненное

Допущено учебно-методическим объединением по образованию
в области металлургии в качестве **учебного пособия** для студентов
высших учебных заведений, обучающихся по направлению «Металлургия»

Научный редактор проф., д-р техн. наук В. А. Шилов

Екатеринбург
Издательство Уральского университета
2014

УДК 669.42:621.777.669.71

ББК 34.62

Л69

Рецензенты:

кафедра мехатроники Уральского государственного университета путей сообщения (зав. кафедрой - проф., д-р техн. наук Б. М. Готлиб);

заведующий отделом обработки металлов давлением ОАО «Уральский институт металлов», канд. техн. наук Г. П. Перунов

Научный редактор - проф., д-р техн. наук В. А. Шилов

Логинов Ю. Н.

Л69 Инструмент для прессования металлов: учебное пособие. 2-е изд., исправленное и дополненное / Ю. Н. Логинов, Ю. В. Инатович. - Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. - 224 с. ISBN 978-5-7996-1223-8

Приведено описание и методики расчета инструмента для прессования металлов и сплавов. Изложены современные методы расчета прочности основных деталей инструментальной наладки горизонтальных и вертикальных гидравлических прессов. Методики расчета каждой детали иллюстрируются примерами, в том числе с применением ЭВМ. Для ряда расчетов использован метод конечных элементов. Пособие предназначено для студентов всех форм обучения профиля «Обработка металлов давлением» и программы магистерской подготовки «Прогрессивные методы обработки металлов и сплавов давлением» по направлению 150400 – «Металлургия», слушателей ФПК и программ дополнительной подготовки специалистов.

Библиогр.: 14 назв. Табл. 5. Рис. 37. Прил. 3.

УДК 669.42:621.777.669.71

ББК 34.62

Подготовлено кафедрой «Обработка металлов давлением»

ISBN 978-5-7996-1223-8

© УГТУ-УПИ, 2005

© Уральский федеральный университет, 2014,
2-е изд. испр. и доп.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. МЕТОДИКА ПОВЕРОЧНЫХ РАСЧЕТОВ.....	6
2. РАСЧЕТ КОНТЕЙНЕРА.....	9
3. РАСЧЕТ ПРЕСС-ШТЕМПЕЛЯ.....	24
4. РАСЧЕТ ИГЛЫ (ТРУБНОЙ ОПРАВКИ).....	32
4.1. Расчет иглы при прошивке.....	32
4.2. Расчет иглы при прессовании.....	36
5. РАСЧЕТ ИГЛОДЕРЖАТЕЛЯ.....	39
6. РАСЧЕТ ПРЕСС-ШАЙБЫ.....	42
7. РАСЧЕТ МАТРИЦ.....	43
7.1. Расчет консольных элементов матриц.....	43
7.2. Расчет на прочность комбинированной матрицы.....	45
7.3. Расчет одноканальных матриц с очком простой формы.....	49
7.4. Расчет опорной поверхности матрицы.....	50
7.5. Определение размеров канала матрицы.....	52
7.6. Проектирование элементов матрицы.....	53
8. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ «ПЛАСТ» ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА.....	55
8.1. Сущность подхода.....	55
8.2. Расчет контейнера с полостью прямоугольной формы.....	56
8.3. Распределение напряжений и деформаций при нагружении матрицы.....	58
8.4. Сложное нагружение иглы.....	63
8.5. Действие внутреннего давления со стороны слитка на часть длины стенки контейнера.....	66
9. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА МНОГОСЛОЙНОГО КОНТЕЙНЕРА НА ЯЗЫКЕ BASIC.....	68
10. РАСЧЕТ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА В ПРОГРАММЕ НА ОСНОВЕ ЯЗЫКА DELPHI.....	73
11. ПРИМЕНЕНИЕ EXCEL–ТАБЛИЦ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТ- РОВ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА.....	77
11.1. Определение размеров канала матрицы.....	77
11.2. Проектирование элементов матрицы.....	78

12. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ABAQUS ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА.....	
13. ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА.....	116
13.1. Жаропрочные инструментальные легированные штамповые стали.....	116
13.2. Жаропрочные сплавы на основе никеля.....	126
13.3. Металлокерамика (твердые сплавы) и минералокерамика....	133
13.4. Синтетические сверхтвердые материалы.....	135
13.5. Стоимость инструментальных материалов.....	137
ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ.....	138
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	139
ПРИЛОЖЕНИЕ 1.	141
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. Текст программы расчета на прочность контейнера горизонтального гидравлического пресса.....	144
ПРИЛОЖЕНИЕ 3. Объекты интеллектуальной собственности в области изготовления и эксплуатации прессового инструмента.....	154
ПРИЛОЖЕНИЕ 4. Тезаурус англоязычных терминов, применяемых в области прессования.....	218

ВВЕДЕНИЕ

Большое количество полуфабрикатов из черных и цветных металлов выпускается с применением метода прессования.

Производительность прессовых установок, качество и себестоимость готовых изделий в значительной степени зависят от работоспособности применяемого инструмента, стоимость которого составляет до 25 % стоимости передела прессового цеха. Работоспособность инструмента определяется его конструкцией, прочностными характеристиками, свойствами инструментальных материалов, температурно-силовыми условиями эксплуатации и качеством изготовления. В зависимости от условий эксплуатации на прессовый инструмент тепловых и силовых нагрузок срок службы инструмента может оказаться различным. Так, в промышленности прессования титановых сплавов стойкости матриц часто хватает только на осуществление одного цикла прессования. Это говорит о том, что инструмент часто работает на пределе своих возможностей, расчетные коэффициенты запаса при его работе могут приближаться к единице.

В свою очередь конструкция прессового инструмента может в большой степени видоизменяться в зависимости от поставленных задач. Для обеспечения необходимой работоспособности состояние инструмента подвергают анализу, выполняя проверочные расчеты тем или иным методом. Описанию этих методов посвящена эта книга.

1. МЕТОДИКА ПОВЕРОЧНЫХ РАСЧЕТОВ

Комплект прессового инструмента включает основной (контейнеры, пресс-штемпели, пресс-шайбы, иглы, матрицы, иглодержатели, матрицедержатели) и вспомогательный инструмент (переходные патроны, подкладочные кольца, прижимные устройства и др.). Схемы сборки основного прессового инструмента горизонтального гидравлического пресса приведены на рис. 1.1.

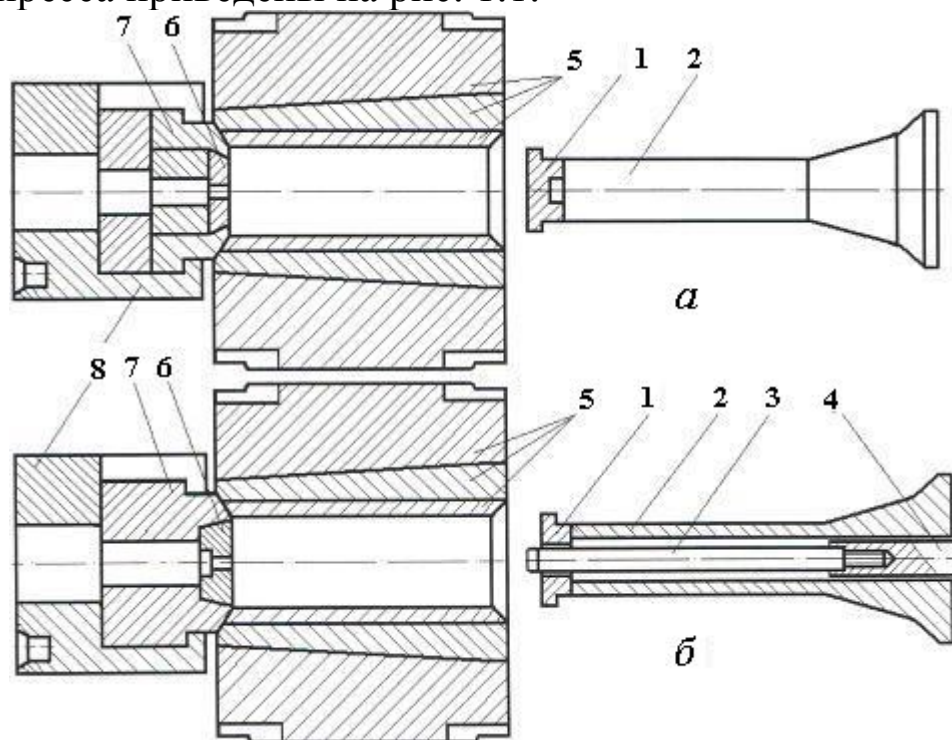


Рис. 1.1. Схема сборки основного инструмента горизонтального гидравлического прутковопрофильного - *а* и трубопрофильного - *б* прессов: 1 – пресс-шайба; 2 – пресс-штемпель; 3 – игла; 4 – иглодержатель; 5 – контейнер (сборный); 6 – матрица; 7 – матрицедержатель; 8 – подвижная (мундштучная) головка или инструментальная доска

Материал прессового инструмента должен обладать следующими свойствами [1]:

- **жаропрочностью** – способностью сохранять прочностные и пластические характеристики при температурах обработки;
- **жаростойкостью** – сопротивлением окислению при длительных нагревах;
- **разжаростойкостью** – способностью выдерживать многократные смены интенсивного нагрева и охлаждения;
- **износостойкостью** – стойкостью против истирания;

- малым коэффициентом теплового расширения для сохранения постоянных размеров при нагреве и охлаждении;
- высокой *теплопроводностью* для быстрого отвода тепла во избежание перегрева.

Комплекс перечисленных свойств, которыми должен обладать прессовый инструмент, достигается применением при его изготовлении жаропрочных сталей аустенитного и мартенситного классов, легированных хромом, вольфрамом, никелем, молибденом; специальных жаропрочных сплавов на основе никеля и кобальта, содержащих вольфрам, хром, молибден, титан, алюминий; твердых сплавов и минералокерамических материалов (см. прил. 1, табл. П.1 и П.2).

При проектировании и эксплуатации прессов необходимо грамотно рассчитывать прессовый инструмент. Обычно размеры инструмента предварительно определяют по эмпирическим соотношениям, обобщающим опыт прессового машиностроения [1–5], или размерам инструмента типовых прессов (см. прил. 1, табл. П.3), а затем делают **поверочные** расчеты на прочность, по результатам которых корректируют принятые конструктивно размеры. В настоящей работе представлены методика и примеры поверочных расчетов основного инструмента горизонтальных гидравлических прессов при заданных размерах и действующих на них нагрузках.

В общем случае поверочные расчеты инструмента проводят в следующем порядке:

- составляют схему его нагружения заданными внешними силами;
- рассчитывают величину напряжений, возникающих в опасных сечениях;
- по справочным данным определяют *временное сопротивление* (предел прочности) или *условный предел текучести* материала, из которого изготовлен инструмент;
- проверяют выполнение *условия прочности*, которое может иметь две формулировки:

1. Расчетные напряжения должны быть не больше допускаемых:

$$\sigma \leq [\sigma] = \frac{\sigma_B}{[n]}, \quad \sigma \leq [\sigma] = \frac{\sigma_{02}}{[n]} \quad \text{или} \quad \tau \leq [\tau] = \frac{\tau_B}{[n]}, \quad (1.1)$$

где σ и τ – расчетные нормальные и касательные напряжения соответственно; $[\sigma]$ и $[\tau]$ – допускаемые нормальные и касательные напряжения; σ_B и τ_B – временное сопротивление и предел прочности материала по касательным напряжениям; σ_{02} – условный предел текучести материала; $[n]$ – допустимый коэффициент запаса прочности.

2. Расчетный коэффициент запаса прочности n должен превышать допустимое значение $[n]$:

$$n = \frac{\sigma_B}{\sigma} \geq [n], \quad n = \frac{\sigma_{02}}{\sigma} \geq [n] \quad \text{или} \quad n = \frac{\tau_B}{\tau} \geq [n]. \quad (1.2)$$

Допустимое значение коэффициента запаса прочности выбирается в зависимости от вида инструмента.

2. РАСЧЕТ КОНТЕЙНЕРА

Контейнер пресса служит для приема слитков, нагретых до температуры прессования; он воспринимает во время прессования давление, необходимое для деформации слитка и получения изделия заданного профиля. Контейнер – один из наиболее нагруженных узлов инструментальной наладки пресса. Поэтому его прочность обуславливает температурно-скоростные условия процесса, лимитирует величины коэффициентов вытяжки и размеры слитка.

Основной тип контейнеров горизонтальных гидравлических прессов – это сборные (многослойные) конструкции из двух-четырех (до шести) втулок, посаженных друг на друга с соответствующим натягом. Такая конструкция контейнера обладает следующими преимуществами по сравнению с монолитной (однослойной):

1. Сборная конструкция позволяет при износе заменять только внутреннюю рабочую втулку, а остальную часть контейнера длительно эксплуатировать без замены.

2. Применение многослойной конструкции с предварительным натягом втулок выравнивает распределение напряжений по толщине контейнера, возникающих в процессе прессования, тем самым повышая его прочность и рациональное использование материала втулок.

Расчет многослойного контейнера на прочность сводится к определению эквивалентных напряжений, возникающих на поверхностях сопряжения втулок при его эксплуатации, и оценке условия прочности в виде (1.1) или (1.2).

Исходными данными для расчета контейнера при прессовании из круглых слитков являются:

- максимальное усилие прессования P при работе с данным контейнером;
- количество втулок контейнера n ;
- марки стали, из которой изготовлены втулки и их (стали) механические свойства;
- внутренний диаметр рабочей втулки d_1 и наружный диаметр контейнера d_n , диаметры сопряжения втулок d_2, d_3, \dots, d_{n-1} (см. рис. 2.1), значения которых принимают в соответствии с технической характеристикой пресса. При проектировании нового контейнера на-

ружные диаметры втулок могут быть выбраны по эмпирической зависимости

$$\frac{d_{hi}^2}{d_1^2} = abce, \quad (2.1)$$

где i – номер втулки контейнера; d_{hi} – наружный диаметр i -й втулки; a , b , c и e – числовые коэффициенты (см. 2.1).

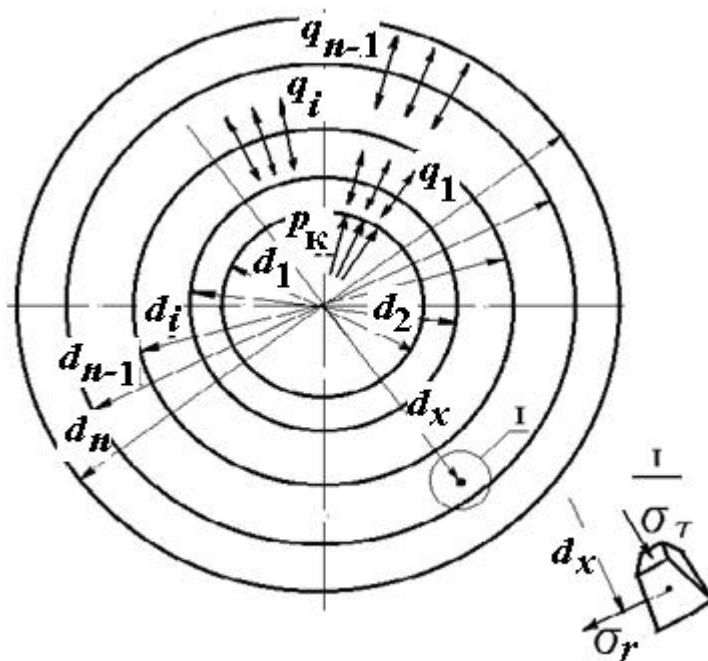


Рис. 2.1. К расчету многослойного круглого контейнера

Таблица 2.1

Коэффициенты для ориентировочного определения диаметров втулок контейнера

i	a	b	c	e	i	a	b	c	e
1	4–5	-	-	-	3	$\leq 2,0$	$2,0 \div 2,5$	$3,0 \div 3,5$	-
2	≥ 3	≥ 5	-	-	4	$1,8 - 1,9$	$1,8 - 1,9$	2,0	2,0

Расчет ведут в следующем порядке.

1. Определяют давлением металла при прессовании p_k (см. рис. 2.1) на внутреннюю поверхность контейнера по формуле

$$p_k = (0,6 - 0,9) \frac{4P}{\pi d_1^2}, \quad (2.2)$$

где меньшее значение числового коэффициента относится к плохо прессуемым материалам [2].

2. Выбирают величину натягов для скрепления втулок. Наиболее распространена сборка изнутри, когда на внутреннюю втулку с определенным натягом надевают внешнюю, затем на блок из внутренних втулок, рассматриваемых как одну, напрессовывают следующую и т. д. В этом случае абсолютный натяг $2\delta = d_{\text{НВ}} - d_{\text{ВН}}$ – это превышение наружного диаметра внутренней втулки $d_{\text{НВ}}$ над внутренним диаметром наружной втулки $d_{\text{ВН}}$ (см. рис. 2.2). В расчетах удобнее пользоваться величиной относительного натяга $2\delta/d_c$, где d_c – диаметр сопряжения втулок.

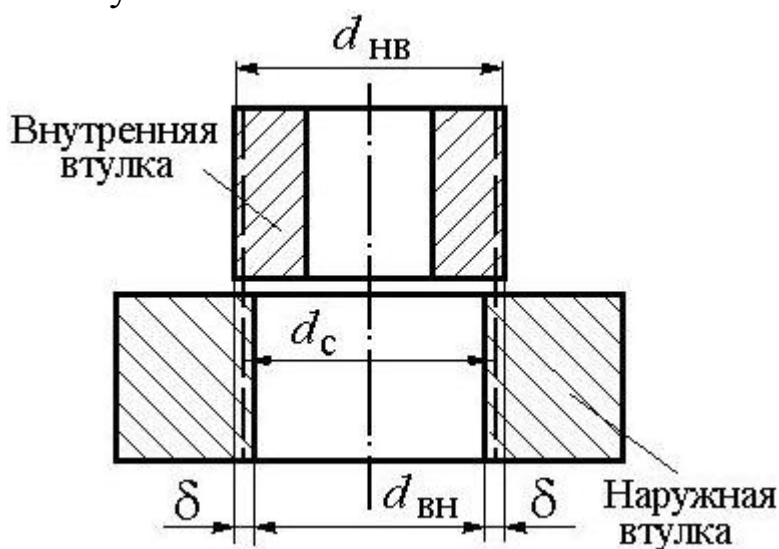


Рис. 2.2. К определению понятия натяга

Для обеспечения сборки с натягом между втулками создают разность температур Δt , которая с учетом получения гарантированного зазора между ними равна, $^{\circ}\text{C}$

$$\Delta t = \frac{2\delta}{d_c} \cdot \frac{1}{\alpha} + (100 - 150), \quad (2.3)$$

где α – коэффициент линейного расширения материала наружной втулки ($\alpha \approx 12,5 \cdot 10^{-6}$ 1/град). Поскольку температура отпуска сталей, используемых для изготовления контейнеров (см. прил. 1, табл. П.2), составляет $500\text{--}550$ $^{\circ}\text{C}$, то максимальная величина $2\delta/d_c$ не должна превышать $\frac{1}{300} - \frac{1}{250}$, т. е. $0,004\text{--}0,003$. При этом рекомендуется натяг несколько уменьшать с увеличением диаметра сопряжения.

3. Рассчитывают контактные давления на поверхностях сопряжения внутренней и наружной втулок после их горячей сборки. Эти давления q_i ($i=1,2,3,\dots, n-1$) определяются зависимостью

$$q_i = \frac{2 E_i E_{i+1}}{E_i + E_{i+1}} \cdot \frac{2\delta}{d_{ci}} \cdot \frac{(d_{i+1}^2 - d_{ci}^2)(d_{ci}^2 - d_i^2)}{2 d_{ci}^2 (d_{i+1}^2 - d_i^2)}, \quad (2.4)$$

где E_i и E_{i+1} – модули упругости материала внутренней i и наружной $i+1$ -й втулок, которые с достаточной точностью можно принимать $E_i \approx E_{i+1} = 2,15 \cdot 10^5$ МПа; d_i – внутренний диаметр внутренней втулки; d_{ci} – диаметр сопряжения i -й и $i+1$ -й втулок; d_{i+1} – наружный диаметр внешней втулки. При этом все ранее собранные втулки рассматривают как одну сплошную.

4. Определяют напряжения на поверхностях втулок скрепленного контейнера. Под действием давлений p_k и q_i в каждом элементарном объеме многослойного контейнера возникают сжимающие радиальные σ_r и растягивающие тангенциальные σ_τ напряжения (см. рис. 2.1), а также продольные сжимающие напряжения, величиной которых пренебрегают. Напряжения σ_r и σ_τ в каждой точке контейнера определяют по формулам Ляме [3]:

$$\sigma_\tau = \frac{p_B d_B^2 - p_H d_H^2}{d_H^2 - d_B^2} + \frac{(p_B - p_H) d_B^2 d_H^2}{(d_H^2 - d_B^2) d_x^2}, \quad (2.5)$$

$$\sigma_r = \frac{p_B d_B^2 - p_H d_H^2}{d_H^2 - d_B^2} - \frac{(p_B - p_H) d_B^2 d_H^2}{(d_H^2 - d_B^2) d_x^2}, \quad (2.6)$$

где d_x – диаметр точки контейнера, в которой определяются напряжения; p_B и p_H – соответственно внутреннее и наружное давления на втулку с внутренним диаметром d_B и наружным диаметром d_H . Для каждой i -й втулки внутренними давлениями являются давление металла p_k и давления натягов q_{i-1}, q_{i-2}, \dots при сборке всех внутренних втулок, относительно i -й втулки; внешними – давления натяга q_i, q_{i+1}, \dots всех собранных внешних втулок. Например, для второй втулки контейнера (см. рис. 2.1) внутренние давления – p_k и q_1 , а внешние – q_i и q_{n-1} .

При расчете σ_r и σ_t используют принцип суперпозиции (суммирования) напряжений.

Сначала для каждого диаметра d_x сопряжения втулок определяют суммарные тангенциальные σ_t^p и радиальные σ_r^p напряжения от действия **каждого** i -го внутреннего давления p_{Bi} при условии, что все наружные давления на втулку отсутствуют ($p_H = 0$). В этом случае формулы (2.5) и (2.6) имеют вид:

$$\sigma_t^p = \left(1 + \frac{d_n^2}{d_x^2} \right) \sum_{i=1}^n \frac{p_{Bi} d_{Bi}^2}{d_n^2 - d_{Bi}^2}, \quad (2.7)$$

$$\sigma_r^p = \left(1 - \frac{d_n^2}{d_x^2} \right) \sum_{i=1}^n \frac{p_{Bi} d_{Bi}^2}{d_n^2 - d_{Bi}^2}, \quad (2.8)$$

где d_n – наружный диаметр контейнера; p_{Bi} – величина i -го внутреннего давления, действующего на диаметре d_{Bi} .

Затем для каждого диаметра d_x определяют суммарные тангенциальные σ_t^p и радиальные σ_r^p напряжения от действия всех наружных давлений p_{Hj} при условии, что все внутренние давления $p_{Bi} = 0$. При этом из (2.5) и (2.6) следует:

$$\sigma_t^p = - \left(1 + \frac{d_1^2}{d_x^2} \right) \sum_{j=n-1}^0 \frac{p_{Hj} d_{Hj}^2}{d_{Hj}^2 - d_1^2}, \quad (2.9)$$

$$\sigma_r^p = - \left(1 - \frac{d_1^2}{d_x^2} \right) \sum_{j=n-1}^0 \frac{p_{Hj} d_{Hj}^2}{d_{Hj}^2 - d_1^2}, \quad (2.10)$$

где d_1 – внутренний диаметр контейнера; p_{Hj} – величина j -го наружного давления, действующего на диаметре d_{Hj} .

Следует помнить, что при расчете напряжений по формулам (2.7)–(2.10) на любом диаметре скрепления втулок контейнера все внутренние и внешние втулки рассматривают как целые, монолитные.

Результирующие тангенциальные σ_t и радиальные σ_r напряжения рассчитывают алгебраическим суммированием напряжений, найденных соответственно по формулам (2.7) и (2.9), (2.8) и (2.10):

$$\sigma_t = \sigma_t^p + \sigma_t^H \quad \text{и} \quad \sigma_r = \sigma_r^p + \sigma_r^H. \quad (2.11).$$

Эквивалентные напряжения на поверхности сопряжения втулок определяют по четвертой (энергетической) теории прочности для плоского напряженного состояния [2]:

$$\sigma_{\text{экв}} = \sqrt{\sigma_{\tau}^2 + \sigma_r^2 - \sigma_{\tau} \sigma_r}. \quad (2.12)$$

После определения эквивалентных напряжений на всех диаметрах многослойного контейнера их максимальную величину $\sigma_{\text{экв.max.i}}$ для каждой втулки сравнивают с условным пределом текучести σ_{02i} стали, из которой изготовлена втулка, при рабочей температуре контейнера [2], определяя коэффициент запаса прочности для каждой i -й втулки

$$n_i = \frac{\sigma_{02i}}{\sigma_{\text{экв.max.i}}}. \quad (2.13)$$

Проверяют выполнение условия прочности (1.2), принимая величину допустимого коэффициента запаса прочности $[n]=1,3-2,0$. При этом целесообразно, чтобы все втулки были равнопрочными.

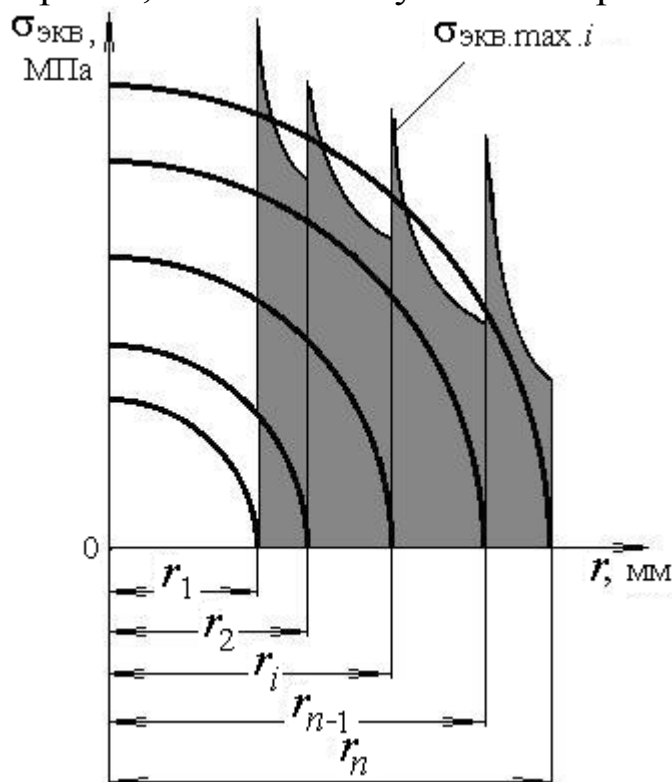


Рис. 2.3. Эпюра эквивалентных напряжений в многослойном контейнере

Графической иллюстрацией результатов расчета эквивалентных напряжений является эпюра их распределения по толщине втулок контейнера (рис.2.3). Вид эпюры позволяет сделать вывод о равномерности нагрузки на втулки и наметить, при необходимости, пути

выравнивания напряжений: изменить величину натягов между втулками, диаметры втулок и т. д.

Пример 1. Рассчитать на прочность трехслойный контейнер горизонтального гидравлического пресса с усилием 200 МН. Размеры втулок контейнера приведены на рис. 2.4.

Материал втулок: рабочей – сталь марки 4Х2В с $\sigma_{02} = 1050$ МПа, промежуточной и наружной – 5ХНМ с $\sigma_{02} = 700$ МПа.

Усилие прессования P примем равным 200 МН.

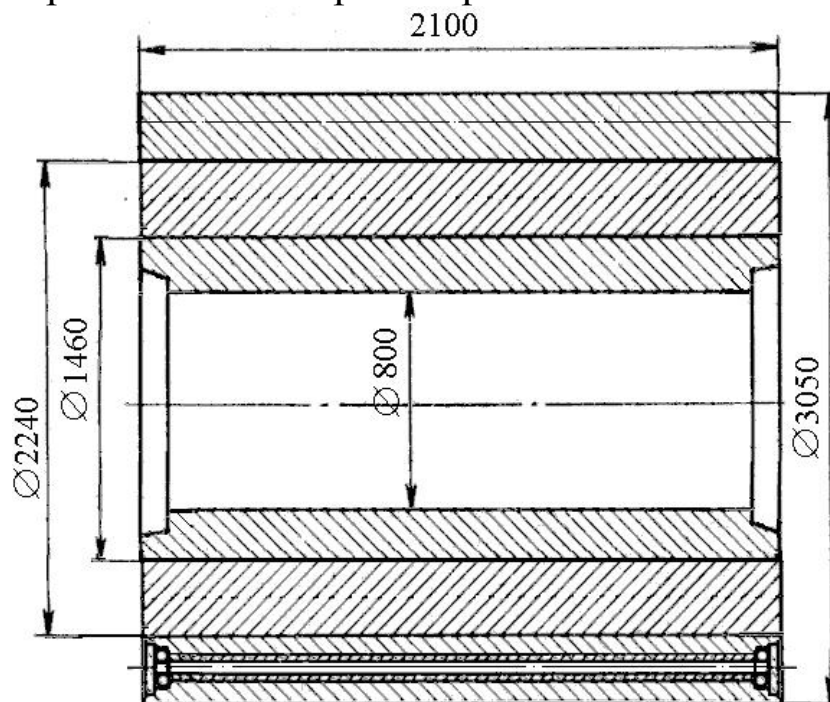


Рис. 2.4. Многослойный контейнер горизонтального гидравлического пресса с усилием 200 МН

Рассчитываем давление металла на внутреннюю поверхность контейнера по формуле (2.2):

$$p_k = (0,6 - 0,9) \cdot \frac{4 \cdot 200}{\pi \cdot 0,8^2} = 238,7 - 358,1 \text{ МПа.}$$

Примем $p_k = 300$ МПа.

Выбираем величину относительных натягов для скрепления втулок:

- внутренней и средней $(2\delta/d_c)_1 = 0,0012$;
- средней и внешней $(2\delta/d_c)_2 = 0,0006$.

Определяем температуру нагрева втулок для обеспечения сборки с выбранными натягами и гарантированным зазором между ними

по формуле (2.3) при коэффициенте температурного расширения $\alpha = 12,5 \cdot 10^{-6} \text{ 1/град}$:

- температура нагрева средней втулки для посадки ее на внутреннюю втулку

$$(\Delta t)_1 = 0,0012 \cdot \frac{1}{12,5 \cdot 10^{-6}} + (100 - 150) = 196 - 246 \text{ } ^\circ\text{C};$$

- температура нагрева внешней втулки для посадки ее на блок скрепленных внутренней и средней втулок

$$(\Delta t)_2 = 0,0006 \cdot \frac{1}{12,5 \cdot 10^{-6}} + (100 - 150) = 148 - 198 \text{ } ^\circ\text{C}.$$

Видно, что расчетные значения температуры нагрева втулок не превышают предельных значений – 500–550 $^\circ\text{C}$.

Рассчитаем контактные давления на поверхностях сопряжения втулок после их горячей сборки по формуле (2.4), приняв модуль упругости материала всех втулок одинаковым, равным $2,15 \cdot 10^5 \text{ МПа}$:

- при посадке средней втулки на внутреннюю ($i=1$, $d_1=0,8 \text{ м}$, $d_2=2,24 \text{ м}$, $d_{c1}=1,46 \text{ м}$)

$$q_1 = \frac{2 \cdot 2,15 \cdot 10^5 \cdot 2,15 \cdot 10^5}{2,15 \cdot 10^5 + 2,15 \cdot 10^5} \cdot 0,0012 \cdot \frac{(2,24^2 - 1,46^2)(1,46^2 - 0,8^2)}{2 \cdot 1,46^2(2,24^2 - 0,8^2)} = 59,5 \text{ МПа};$$

- при посадке внешней втулки на блок из скрепленных внутренней и средней втулок ($i=2$, $d_2=0,8 \text{ м}$, $d_3=3,05 \text{ м}$, $d_{c2}=2,24 \text{ м}$)

$$q_2 = \frac{2 \cdot 2,15 \cdot 10^5 \cdot 2,15 \cdot 10^5}{2,15 \cdot 10^5 + 2,15 \cdot 10^5} \cdot 0,0006 \cdot \frac{(3,05^2 - 2,24^2)(2,24^2 - 0,8^2)}{2 \cdot 2,24^2(3,05^2 - 0,8^2)} = 27,8 \text{ МПа}.$$

Рассчитываем напряжения на поверхностях каждой втулки скрепленного контейнера по формулам (2.7) - (2.10).

1. Внутренняя втулка ($i=1$, $j=2$).

1.1. Внутренняя поверхность при $d_x=0,8 \text{ м}$.

1.1.1. Напряжения от действия внутреннего давления $p_{в1} = p_k$ ($d_n=3,05 \text{ м}$, $d_{в1}=0,8 \text{ м}$) при $p_{hj}=0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.7)

$$\sigma_{\tau}^{p_{в}} = \left(1 + \frac{3,05^2}{0,8^2} \right) \cdot \frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} = 344,3 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.8)

$$\sigma_r^p = \left(1 - \frac{3,05^2}{0,8^2}\right) \cdot \frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} = -300,0 \text{ МПа}.$$

1.1.2. Напряжения от действия наружных давлений $p_{н1} = q_1$ и $p_{н2} = q_2$ ($d_{н1} = 1,46$ м, $d_{н2} = 2,24$ м, $d_1 = 0,8$ м) при $p_{вi} = 0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.9)

$$\sigma_t^p = - \left(1 + \frac{0,8^2}{0,8^2}\right) \cdot \left(\frac{59,5 \cdot 1,46^2}{1,46^2 - 0,8^2} + \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{2,24^2 - 0,8^2} \right) = -233,8 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.10)

$$\sigma_r^p = - \left(1 - \frac{0,8^2}{0,8^2}\right) \cdot \left(\frac{59,5 \cdot 1,46^2}{1,46^2 - 0,8^2} + \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{2,24^2 - 0,8^2} \right) = 0,0 \text{ МПа}.$$

1.1.3. Результирующие тангенциальные и радиальные напряжения определяем по формуле (2.11)

$$\sigma_t = 344,3 + (-233,8) = 110,5 \text{ МПа}, \quad \sigma_r = -300,0 + 0,0 = -300 \text{ МПа},$$

а эквивалентные напряжения на данной поверхности – по формуле (2.12)

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{110,5^2 + (-300,0)^2 - 110,5 \cdot (-300,0)} = 367,9 \text{ МПа}.$$

1.2. Внешняя поверхность при $d_x = 1,46$ м.

1.2.1. Напряжения от действия внутреннего давления $p_{в1} = p_k$ ($d_n = 3,05$ м, $d_{в1} = 0,8$ м) при $p_{нj} = 0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.7)

$$\sigma_t^p = \left(1 + \frac{3,05^2}{1,46^2}\right) \cdot \frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} = 118,9 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.8)

$$\sigma_r^p = \left(1 - \frac{3,05^2}{1,46^2}\right) \cdot \frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} = -74,6 \text{ МПа}.$$

1.2.2. Напряжения от действия наружных давлений $p_{н1} = q_1$ и $p_{н2} = q_2$ ($d_{н1} = 1,46$ м, $d_{н2} = 2,24$ м, $d_1 = 0,8$ м) при $p_{вi} = 0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.9)

$$\sigma_{\tau}^p = - \left(1 + \frac{0,8^2}{1,46^2} \right) \left(\frac{59,5 \cdot 1,46^2}{1,46^2 - 0,8^2} + \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{2,24^2 - 0,8^2} \right) = -110,6 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.10)

$$\sigma_r^p = - \left(1 - \frac{0,8^2}{1,46^2} \right) \left(\frac{59,5 \cdot 1,46^2}{1,46^2 - 0,8^2} + \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{2,24^2 - 0,8^2} \right) = -59,5 \text{ МПа}.$$

1.2.3. Результирующие тангенциальные и радиальные напряжения определяем по формуле (2.11)

$$\sigma_{\tau} = 118,9 + (-110,6) = 8,3 \text{ МПа}, \quad \sigma_r = -74,6 + (-59,5) = -134,1 \text{ МПа},$$

а эквивалентные напряжения на данной поверхности определяем по формуле (2.12)

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{8,3^2 + (-134,1)^2 - 8,3 \cdot (-134,1)} = 138,4 \text{ МПа}.$$

2. Промежуточная втулка ($i=2, j=1$).

2.1. Внутренняя поверхность при $d_x = 1,46$ м.

2.1.1. Напряжения от действия внутренних давлений $p_{в1} = p_k$ и $p_{в2} = q_1$ ($d_n = 3,05$ м, $d_{в1} = 0,8$ м, $d_{в2} = 1,46$ м) при $p_{hj} = 0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.7)

$$\sigma_{\tau}^p = \left(1 + \frac{3,05^2}{1,46^2} \right) \left(\frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} + \frac{59,5 \cdot 1,46^2}{3,05^2 - 1,46^2} \right) = 213,8 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.8)

$$\sigma_r^p = \left(1 - \frac{3,05^2}{1,46^2} \right) \left(\frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} + \frac{59,5 \cdot 1,46^2}{3,05^2 - 1,46^2} \right) = -134,1 \text{ МПа}.$$

2.1.2. Напряжения от действия наружного давления $p_{н1} = q_2$ ($d_{н1} = 2,24$ м, $d_1 = 0,8$ м) при $p_{vi} = 0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.9)

$$\sigma_{\tau}^p = - \left(1 + \frac{0,8^2}{1,46^2} \right) \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{2,24^2 - 0,8^2} = -41,4 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.10)

$$\sigma_r^p = - \left(1 - \frac{0,8^2}{1,46^2} \right) \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{2,24^2 - 0,8^2} = -22,3 \text{ МПа}.$$

2.1.3. Результирующие тангенциальные и радиальные напряжения определяем по формуле (2.11)

$\sigma_t = 213,8 + (-41,4) = 172,4 \text{ МПа}$, $\sigma_r = -134,1 + (-22,3) = -156,4 \text{ МПа}$,
а эквивалентные напряжения на данной поверхности – по формуле (2.12)

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{172,4^2 + (-156,4)^2 - 172,4 \cdot (-156,4)} = 284,9 \text{ МПа}.$$

2.2. Внешняя поверхность при $d_x = 2,24 \text{ м}$.

2.2.1. Напряжения от действия внутренних давлений $p_{\text{в1}} = p_{\text{к}}$ и $p_{\text{в2}} = q_1$ ($d_n = 3,05 \text{ м}$, $d_{\text{в1}} = 0,8 \text{ м}$, $d_{\text{в2}} = 1,46 \text{ м}$) при $p_{\text{нj}} = 0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.7)

$$\sigma_t^p = \left(1 + \frac{3,05^2}{2,24^2} \right) \left(\frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} + \frac{59,5 \cdot 1,46^2}{3,05^2 - 1,46^2} \right) = 113,7 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.8)

$$\sigma_r^p = \left(1 - \frac{3,05^2}{2,24^2} \right) \left(\frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} + \frac{59,5 \cdot 1,46^2}{3,05^2 - 1,46^2} \right) = -34,0 \text{ МПа}.$$

2.2.2. Напряжения от действия наружного давления $p_{\text{н1}} = q_2$ ($d_{\text{н1}} = 2,24 \text{ м}$, $d_1 = 0,8 \text{ м}$) при $p_{\text{вi}} = 0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.9)

$$\sigma_t^p = - \left(1 + \frac{0,8^2}{2,24^2} \right) \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{2,24^2 - 0,8^2} = -35,9 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.10)

$$\sigma_r^p = - \left(1 - \frac{0,8^2}{2,24^2} \right) \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{2,24^2 - 0,8^2} = -27,8 \text{ МПа}.$$

2.2.3. Результирующие тангенциальные и радиальные напряжения определяем по формуле (2.11)

$$\sigma_{\tau} = 113,7 + (-35,9) = 77,8 \text{ МПа}, \quad \sigma_r = -34,0 + (-27,8) = -61,8 \text{ МПа},$$

а эквивалентные напряжения на данной поверхности – по формуле (2.12)

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{77,8^2 + (-61,8)^2 - 77,8 \cdot (-61,8)} = 121,2 \text{ МПа}.$$

3. Наружная втулка ($i = 3, j = 0$).

3.1. Внутренняя поверхность при $d_x = 2,24 \text{ м}$.

3.1.1. Напряжения от действия внутренних давлений $p_{в1} = p_k$, $p_{в2} = q_1$ и $p_{в3} = q_2$ ($d_n = 3,05 \text{ м}$, $d_{в1} = 0,8 \text{ м}$, $d_{в2} = 1,46 \text{ м}$, $d_{в3} = 2,24 \text{ м}$) при $p_{hj} = 0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.7)

$$\sigma_{\tau}^p = \left(1 + \frac{3,05^2}{2,24^2} \right) \left(\frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} + \frac{59,5 \cdot 1,46^2}{3,05^2 - 1,46^2} + \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{3,05^2 - 2,24^2} \right) = 206,6 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.8)

$$\sigma_r^p = \left(1 - \frac{3,05^2}{2,24^2} \right) \left(\frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} + \frac{59,5 \cdot 1,46^2}{3,05^2 - 1,46^2} + \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{3,05^2 - 2,24^2} \right) = -61,8 \text{ МПа}.$$

3.1.2. Поскольку наружных давлений на данной поверхности нет, определяем тангенциальные напряжения по формуле (2.9):

$\sigma_{\tau}^p = 0,0 \text{ МПа}$ и радиальные напряжения по формуле (2.10):

$\sigma_r^p = 0,0 \text{ МПа}$.

3.1.3. Результирующие тангенциальные и радиальные напряжения определяем по формуле (2.11)

$$\sigma_{\tau} = 206,6 + 0,0 = 206,6 \text{ МПа}, \quad \sigma_r = -61,8 + 0,0 = -61,8 \text{ МПа},$$

а эквивалентные напряжения на данной поверхности – по формуле (2.12)

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{206,6^2 + (-61,8)^2 - 206,6 \cdot (-61,8)} = 243,5 \text{ МПа}.$$

3.2. Внешняя поверхность при $d_x = 3,05 \text{ м}$.

3.2.1. Напряжения от действия внутренних давлений $p_{в1} = p_k$, $p_{в2} = q_1$ и $p_{в3} = q_2$ ($d_n = 3,05$ м, $d_{в1} = 0,8$ м, $d_{в2} = 1,46$ м, $d_{в3} = 2,24$ м) при $p_{hj} = 0$:

- тангенциальные определяем по формуле (2.7)

$$\sigma_{\tau}^p = \left(1 + \frac{3,05^2}{3,05^2} \right) \left(\frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} + \frac{59,5 \cdot 1,46^2}{3,05^2 - 1,46^2} + \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{3,05^2 - 2,24^2} \right) = 144,8 \text{ МПа},$$

- радиальные находим по формуле (2.8)

$$\sigma_r^p = \left(1 - \frac{3,05^2}{3,05^2} \right) \left(\frac{300 \cdot 0,8^2}{3,05^2 - 0,8^2} + \frac{59,5 \cdot 1,46^2}{3,05^2 - 1,46^2} + \frac{27,8 \cdot 2,24^2}{3,05^2 - 2,24^2} \right) = 0,0 \text{ МПа}.$$

3.2.2. Поскольку наружных давлений на данной поверхности нет, определяем тангенциальные напряжения по формуле (2.9): $\sigma_{\tau}^p = 0,0$ МПа и радиальные напряжения по формуле (2.10): $\sigma_r^p = 0,0$ МПа.

3.2.3. Результирующие тангенциальные и радиальные напряжения определяем по формуле (2.11)

$$\sigma_{\tau} = 144,8 + 0,0 = 144,8 \text{ МПа}, \quad \sigma_r = 0,0 + 0,0 = 0,0 \text{ МПа},$$

а эквивалентные напряжения на данной поверхности – по формуле (2.12)

$$\sigma_{\text{ЭКВ}} = \sqrt{144,8^2 + (0,0)^2 - 144,8 \cdot (0,0)} = 144,8 \text{ МПа}.$$

Определяем для каждой втулки контейнера коэффициент запаса прочности по формуле (2.13):

рабочая втулка

$$n_1 = \frac{1050}{367,9} = 2,8,$$

промежуточная втулка

$$n_2 = \frac{700}{284,9} = 2,5,$$

наружная втулка

$$n_3 = \frac{700}{243,5} = 2,9.$$

Так как расчетные значения коэффициентов запаса прочности превышают допустимые $[n] = 1,3-2,0$, условие прочности (1.2) выполняется для всех втулок контейнера. Кроме того, как видно на рис. 2.5, втулки равнопрочны.

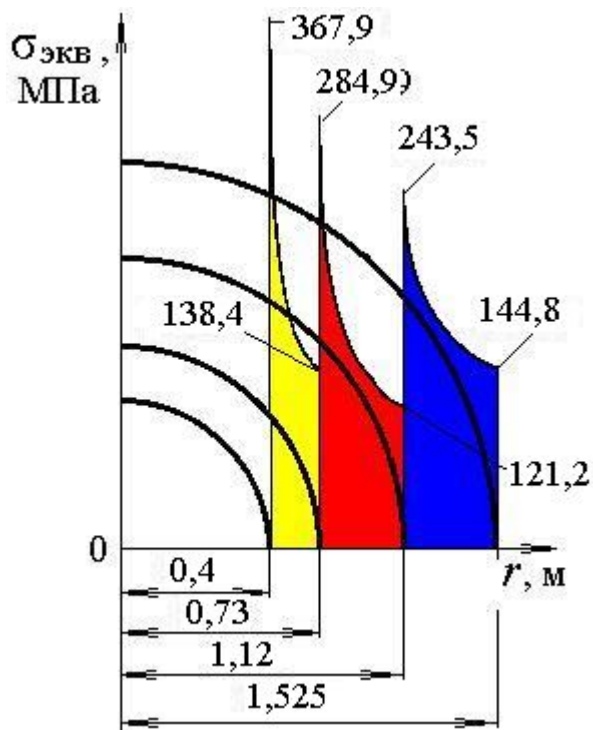


Рис. 2.5. Эпюры распределения эквивалентных напряжений в контейнере прессы с усилием 200 МН

Примечание. При прессовании профилей с большим отношением сторон (панелей) используют плоские (щелевые) контейнеры. Поперечное сечение внутренней полости рабочей втулки таких контейнеров имеет прямоугольную форму со скругленными короткими (рис. 2.6) сторонами. Известен метод (весьма трудоемкий) расчета напряженного состояния плоского контейнера, основанный на теории конформных отображений [4].

С достаточной для инженерных расчетов точностью плоский контейнер может быть поверен на прочность по описанной выше методике. При этом расчет имеет следующие особенности:

1. Давление металла на внутреннюю поверхность контейнера рассчитывают по формуле

$$p_k = \frac{(0,6 - 0,9)P}{\left[(a - h)h + \pi \frac{h^2}{2} \right]},$$

где a и h - размеры щели контейнера (см. рис. 2.6).

2. Далее расчет проводят по пп. 1-4, описанной выше методики. Выполняют его дважды. В первый раз - приняв значение d_1 равным ширине щели контейнера a , во второй - при d_1 равном высоте щели h .

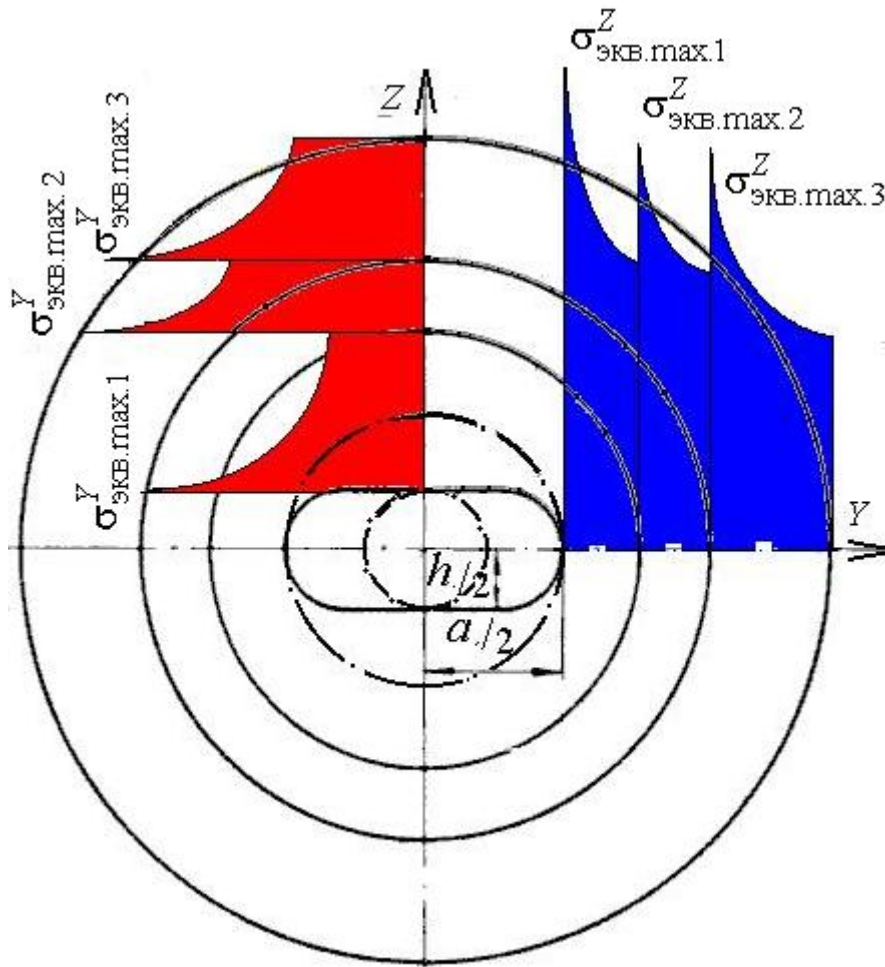


Рис. 2.6. К расчету многослойного плоского контейнера

В результате будут получены значения эквивалентных напряжений на поверхностях каждой i -й втулки контейнера соответственно вдоль оси Y ($\sigma_{\text{экв.}i}^Y$) и вдоль оси Z ($\sigma_{\text{экв.}i}^Z$) (см. рис.2.6).

3. Затем определяют эквивалентные рабочие напряжения $\sigma_{\text{экв.}i}^P$ для каждой втулки на поверхности, на которой $\sigma_{\text{экв.}i}^Y$ и $\sigma_{\text{экв.}i}^Z$ имеют максимальные значения по формуле

$$\sigma_{\text{экв.мах.}i}^P = \sqrt{\left(\sigma_{\text{экв.мах.}i}^Y\right)^2 + \left(\sigma_{\text{экв.мах.}i}^Z\right)^2} - \sigma_{\text{экв.мах.}i}^Y \sigma_{\text{экв.мах.}i}^Z.$$

Коэффициент запаса прочности для каждой втулки рассчитывают по формуле (2.13), где вместо $\sigma_{\text{экв.мах.}i}$ подставляют найденные значения $\sigma_{\text{экв.мах.}i}^P$.

3. РАСЧЕТ ПРЕСС-ШТЕМПЕЛЯ

Пресс-штемпели бывают монолитные (рис. 3.1, 1) или составные (рис. 3.1, 2) – из двух частей: опорной и стержневой. Для прессования из круглых заготовок пресс-штемпели обычно имеют цилиндрическую форму; из плоских заготовок – прямоугольную. При прессовании профилей сплошного сечения прямым методом пресс-штемпель имеет сплошное поперечное сечение, а при прессовании труб – сплошное или полое; при прессовании обратным методом пресс-штемпель всегда полый (рис. 3.1).

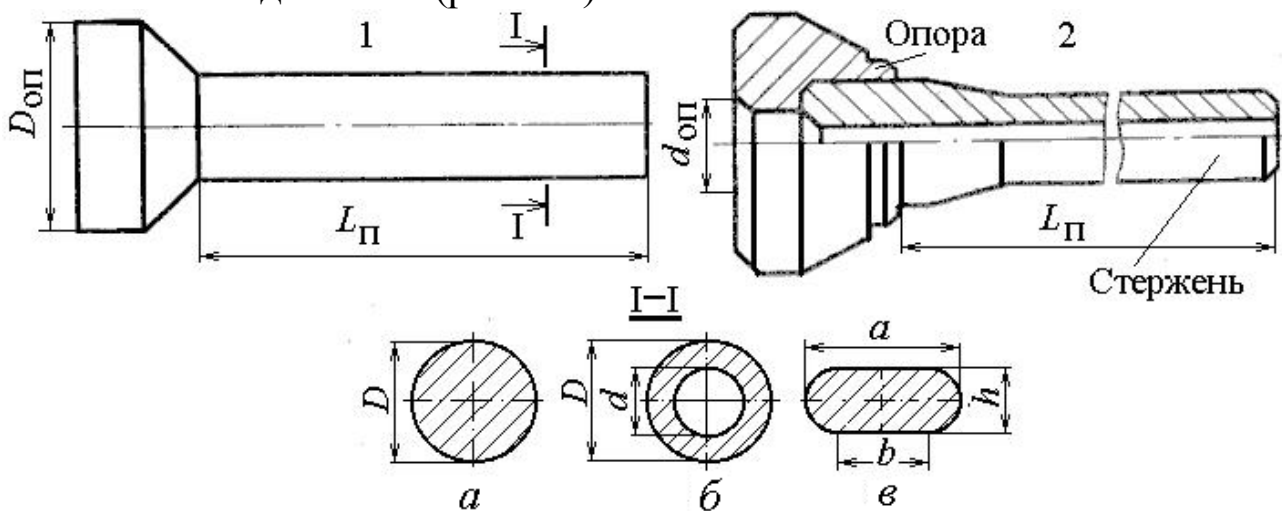


Рис. 3.1. Конструкции пресс-штемпеля горизонтального гидравлического пресса: а и в - прутковопрофильного; б - трубопрофильного

Величина допустимой нагрузки, которую может выдержать пресс-штемпель, определяет возможную степень деформации металла при прессовании. Поэтому пресс-штемпели рассчитывают исходя из номинального усилия пресса, независимо от потребного для прессования данного пресс-изделия усилия. Марки инструментальных сталей, применяемых для изготовления пресс-штемпелей, приведены в приложении (см. прил. 1, табл. П.2). Размеры пресс-штемпелей типовых прессов даны в прил. 1, табл. П.3.

При расчете на прочность пресс-штемпель (см. рис. 3.2) рассматривают как сжатый продольной силой P (силой прессования) консольно закрепленный стержень [3]. Из курса сопротивления материалов известно, что несущая способность центрально сжатых стержней определяется безразмерной величиной λ , называемой *гибкостью стержня* [3].

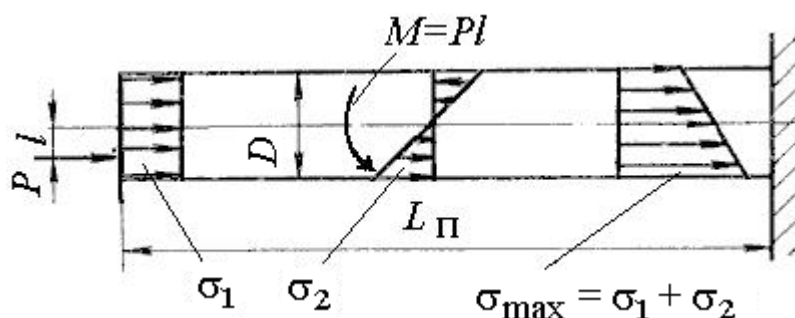


Рис. 3.2. Схема действия сил и напряжений на пресс-штемпеле

Величину гибкости пресс-штемпеля рассчитывают по формуле

$$\lambda = \frac{\mu L_{\Pi}}{i_{\min}}, \quad (3.1)$$

где μL_{Π} – **приведенная длина** стержня; L_{Π} – фактическая длина пресс-штемпеля (см. рис. 3.1); μ – **коэффициент приведения длины**; i_{\min} – наименьший **радиус инерции** площади поперечного сечения пресс-штемпеля.

Значение μ зависит от условий закрепления стержня [3]: в момент распрессовки слитка пресс-штемпель работает как стержень с одним жестко закрепленным, а другим свободным концом (в этом случае принимают $\mu = 2$); в процессе прессования – как стержень с одним жестко закрепленным концом, а другим шарнирно опертым ($\mu = 0,7$). При поверочных расчетах целесообразно принимать $\mu = 2$.

Радиус инерции рассчитывают по формуле

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{J_{\min}}{F}}, \quad (3.2)$$

где F и J_{\min} – соответственно площадь и наименьший момент инерции поперечного сечения пресс-штемпеля. В зависимости от формы поперечного сечения пресс-штемпеля эти параметры рассчитывают по формулам:

- для сплошного круглого сечения (см. рис. 3.1, а)

$$F = \frac{\pi D^2}{4}, \quad J_{\min} = \frac{\pi D^4}{64}, \quad (3.3)$$

- для полого круглого сечения (см. рис. 3.1, б)

$$F = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \quad J_{\min} = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}, \quad (3.4)$$

- для прямоугольного сечения со скругленными гранями (см. рис. 3.1, в)

$$F \approx bh \left(1 + \frac{\pi h}{4b} \right), \quad J_{\min} = \frac{b h^3}{12} \left(1 + \frac{3\pi h}{16b} \right). \quad (3.5)$$

Пресс-штемпель, для которого $\lambda < 100$, может быть отнесен к стержням малой гибкости, рассчитываемым только на прочность. При этом метод расчета определяется характером приложения к пресс-штемпелю силы прессования.

Метод 1. Если сила прессования приложена вдоль центральной продольной оси пресс-штемпеля, изгибающий его момент от действия поперечных сил отсутствует ($l = 0$, $M = 0$, см. рис. 3.2). В этом случае условие прочности принимают в виде

$$\sigma_1 \leq \varphi[\sigma], \quad (3.6)$$

где σ_1 – напряжения сжатия (см. рис. 4.2), рассчитываемое по формуле

$$\sigma_1 = \frac{P}{F}, \quad (3.7)$$

φ – коэффициент уменьшения допускаемого напряжения сжатия $[\sigma]$, учитывающий гибкость пресс-штемпеля, значения которого приведены в табл. 3.1.

Допускаемое напряжение определяют по формуле

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{02}}{n}, \quad (3.8)$$

где σ_{02} – условный предел текучести материала пресс-штемпеля; n – коэффициент запаса прочности, принимаемый 1,1-1,2.

Таблица 3.1

Значения коэффициента уменьшения допускаемого напряжения φ [3]

Гибкость λ	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
φ	1,00	0,97	0,95	0,91	0,87	0,83	0,79	0,72	0,65	0,55	0,43

Метод 2. Если сила прессования приложена к пресс-штемпелю эксцентрично (см. рис. 3.2), то, кроме напряжений сжатия σ_1 , в нем появятся напряжения изгиба σ_2 под действием изгибающего момента, равного

$$M = Pl, \quad (3.9)$$

где l – эксцентриситет силы прессования (см. рис. 3.2), максимальная величина которого составляет $l = \frac{(D_k - D)}{2}$, D_k – внутренний диаметр рабочей втулки контейнера.

В этом случае напряжение σ_1 определяют по формуле (3.7), а напряжение изгиба – по формуле

$$\sigma_2 = \frac{M}{W}, \quad (3.10)$$

где W – момент сопротивления поперечного сечения пресс-штемпеля упругому изгибу, определяемый в зависимости от формы сечения;

- для сплошного круглого сечения (см. рис. 3.1, а)

$$W = \frac{\pi D^3}{32} \approx 0,1 D^3, \quad (3.11)$$

- для полого круглого сечения (см. рис. 3.1, б)

$$W = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32D} \approx 0,1 D^3 \left[1 + \left(\frac{d}{D} \right)^4 \right], \quad (3.12)$$

- для прямоугольного сечения со скругленными гранями (см. рис. 3.1, в)

$$W = \frac{b h^2}{6} \left(1 + \frac{3\pi h}{16b} \right). \quad (3.13)$$

Величина максимальных напряжений в поперечном сечении пресс-штемпеля равна

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_2, \quad (3.14)$$

а условие прочности имеет вид

$$\sigma_{\max} \leq [\sigma]. \quad (3.15)$$

Пресс-штемпель, характеризующийся гибкостью $\lambda \geq 100$, относят к стержням с большой гибкостью. Разрушение таких стержней (потеря устойчивости) происходит от продольного изгиба (даже если прочность на сжатие далеко не исчерпана) при достижении нагрузки на стержень некоторой критической величины $P_{кр}$, которую рассчитывают по формуле Л. Эйлера [3]

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 E J_{\min}}{(\mu L_{\Pi})^2}, \quad (3.16)$$

где E – модуль упругости материала пресс-штемпеля, принимаемый равным $(2,15 \div 2,20) \cdot 10^5$ МПа.

Для обеспечения запаса прочности пресс-штемпеля в этом случае необходимо, чтобы выполнялось условие

$$P \leq [P], \quad (3.17)$$

где P – действующая нагрузка – сила прессования; $[P]$ – допускаемая нагрузка, которая при коэффициенте запаса прочности n_y определяется так:

$$[P] = \frac{P_{кр}}{n_y}. \quad (3.18)$$

Рекомендуемая величина n_y составляет $1,2 \div 2,0$.

Площадь опорной части пресс-штемпеля следует проверять на смятие об опорную плиту подвижной поперечины. Для этого рассчитывают напряжения смятия по формуле

$$\sigma_{см} = \frac{P_n}{F_{оп}}, \quad (3.19)$$

где P_n – номинальное усилие пресса; $F_{оп}$ – площадь опорной поверхности хвостовой части пресс-штемпеля, рассчитываемая по формулам: для сплошного пресс-штемпеля $F_{оп} = \frac{\pi D_{оп}^2}{4}$, для поло-

го – $F_{оп} = \pi \left(D_{оп}^2 - d_{оп}^2 \right) / 4$, где $D_{оп}$ и $d_{оп}$ – соответственно наружный и внутренний диаметр опорной поверхности (см. рис. 3.1). Условием прочности является выполнение неравенства

$$\sigma_{см} \leq 200 \text{ МПа}. \quad (3.20)$$

Пример 2. Рассчитать на прочность пресс-штемпель горизонтального гидравлического трубопрофильного пресса усилием 30 МН. Размеры пресс-штемпеля приведены на рис. 3.3. Усилие прессования примем $P = 30$ МН. Материал пресс-штемпеля сталь марки 3Х2В8 с условным пределом текучести $\sigma_{02} = 1400$ МПа.

Рассчитываем площадь F и момент инерции J_{min} поперечного сечения полого пресс-штемпеля по формуле (3.4)

$$F = \frac{\pi \cdot (0,2^2 - 0,105^2)}{4} = 0,0313 \text{ м}^2,$$

$$J_{\min} = \frac{\pi \cdot (0,2^4 - 0,105^4)}{64} = 0,0000726 \text{ м}^4,$$

и радиус инерции сечения по формуле (3.2)

$$i_{\min} = \sqrt{\frac{0,0000726}{0,0313}} = 0,048 \text{ м.}$$

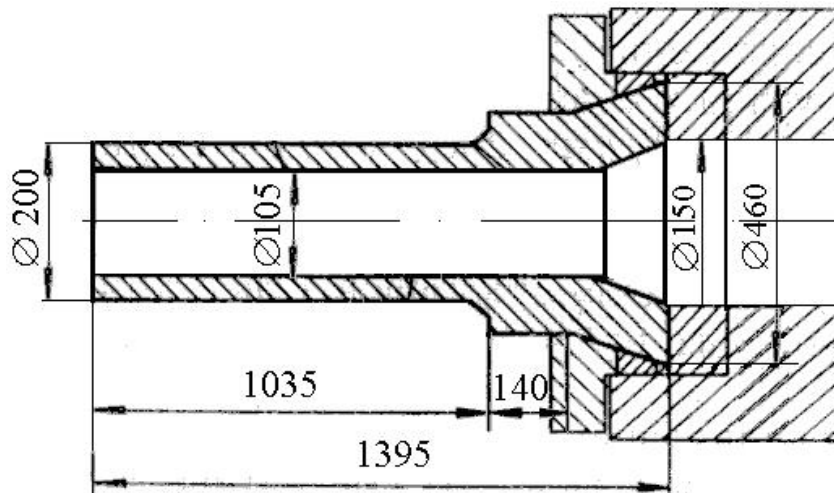


Рис. 3.3. К расчету пресс-штемпеля трубопрофильного пресса с усилием 30 МН

Гибкость пресс-штемпеля по формуле (3.1) при коэффициенте приведения длины пресс-штемпеля $\mu = 2,0$ и рабочей длине пресс-штемпеля $L_{\Pi} = 1035 + 140 = 1175 \text{ мм} = 1,175 \text{ м}$ (см. рис. 3.3) составит:

$$\lambda = \frac{2 \cdot 1,175}{0,048} = 48,8.$$

Поскольку $\lambda < 100$, рассчитываем пресс-штемпель на прочность от сжатия силой прессования. Расчет выполним по обоим методам.

1. Если сила прессования приложена вдоль центральной продольной оси пресс-штемпеля, рассчитываем напряжения сжатия по формуле (3.7)

$$\sigma_1 = \frac{30}{0,0313} = 958,5 \text{ МПа.}$$

Определяем величину допускаемого напряжения на сжатие по формуле (3.8), приняв коэффициент запаса прочности $n = 1,2$

$$[\sigma] = \frac{1400}{1,2} \cong 1167 \text{ МПа.}$$

По табл. 3.1 находим методом интерполяции значение коэффициента уменьшения допускаемого напряжения φ . При $\lambda = 48,8$, $\varphi = 0,835$. При этом допускаемое напряжение с учетом гибкости пресс-штемпеля составит:

$$\varphi[\sigma] = 0,835 \cdot 1167 = 974,5 \text{ МПа.}$$

Таким образом, условие прочности пресс-штемпеля (3.6) выполняется.

2. Если сила прессования приложена к пресс-штемпелю эксцентрично, напряжения сжатия также рассчитываем по формуле (3.6)

$$\sigma_1 = \frac{30}{0,0313} = 958,5 \text{ МПа.}$$

Рассчитываем максимальную величину возможного эксцентриситета l силы прессования, приняв внутренний диаметр рабочей втулки контейнера $D_k = 210$ м:

$$l = \frac{(D_k - D)}{2} = \frac{(0,21 - 0,20)}{2} = 0,005 \text{ м.}$$

Изгибающий момент пресс-штемпеля рассчитываем по формуле (3.9)

$$M = 30 \cdot 0,005 = 0,15 \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

Момент сопротивления поперечного сечения полого пресс-штемпеля упругому изгибу определяем по формуле (3.12)

$$W = \frac{\pi \cdot (0,20^4 - 0,105^4)}{32 \cdot 0,20} = 0,000726 \text{ м}^3.$$

Напряжения изгиба рассчитываем по формуле (3.10)

$$\sigma_2 = \frac{0,15}{0,000726} = 206,7 \text{ МПа.}$$

Тогда величина максимальных напряжений в поперечном сечении пресс-штемпеля по формуле (3.14) равна

$$\sigma_{\max} = 958,5 + 206,7 = 1165,2 \text{ МПа.}$$

Поскольку допускаемое напряжение $[\sigma] \cong 1167 \text{ МПа}$ (см. выше), условие прочности (1.1) выполняется.

Проверяем на прочность опорную поверхность пресс-штемпеля:

- рассчитываем площадь опорной поверхности пресс-штемпея (см. рис.3.3)

$$F_{\text{оп}} = \frac{\pi \cdot (0,46^2 - 0,15^2)}{4} = 0,148 \text{ м}^2,$$

- определяем напряжения смятия на этой поверхности по формуле (3.19)

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{30}{0,148} = 202,7 \text{ МПа.}$$

Видно, что расчетные напряжения практически равны допустимым по условию (3.20).

4. РАСЧЕТ ИГЛЫ (ТРУБНОЙ ОПРАВКИ)

Конструктивно иглы, используемые при прессовании труб и полых профилей, можно разделить на три группы (рис. 4.1): короткие, закрепляемые в пресс-штемпеле (для прессов без прошивной системы), рис.4.1, *а*; длинные, закрепляемые в иглодержателе (для прессов с прошивной системой), рис. 4.1, *б*; специальной конструкции, рис. 5.1, *в*, *г*.

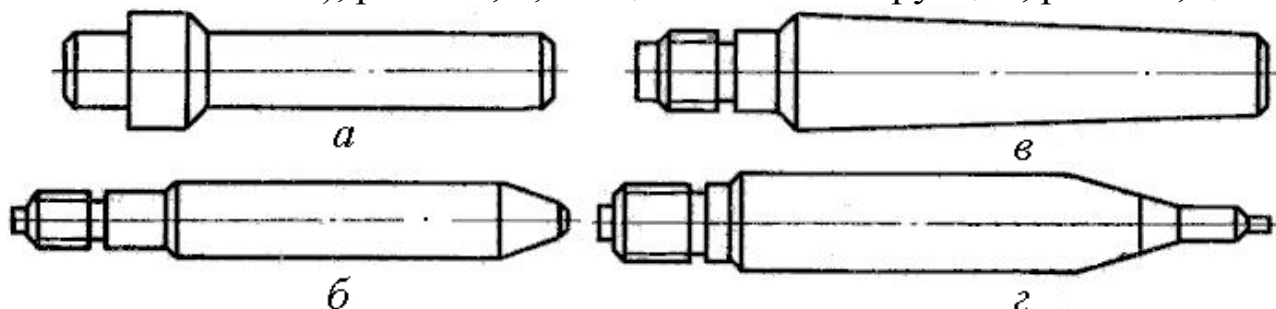


Рис. 4.1. Основные конструкции игл горизонтальных прессов:
а, б - цилиндрические (с буртом и без бурта); *в* - конические;
г - ступенчатые

В приложении даны сведения о применяемых для изготовления игл марках сталей, механических свойствах этих сталей и ориентировочные размеры игл типовых прессов.

4.1.Расчет иглы при прошивке

Иглы прессов без прошивной системы (обычно иглы вертикальных прессов) в начале процесса прошивки испытывают нагрузки, по характеру аналогичные нагрузкам на пресс-штемпель. Поэтому эти иглы целесообразно проверять на прочность в зависимости от величины их гибкости по методике, описанной в разделе 3.

На прессах с прошивной системой иглы в начальный момент прошивки перемещаются внутри пресс-штемпеля (рис. 4.2, *а*), что снижает вероятность их продольного или поперечного изгиба. Поэтому прочность игл таких прессов на начальной стадии процесса прошивки обычно не проверяют. При необходимости такой проверки расчет выполняют также по методике, описанной в разделе 3, принимая величину μ равной 0,7.

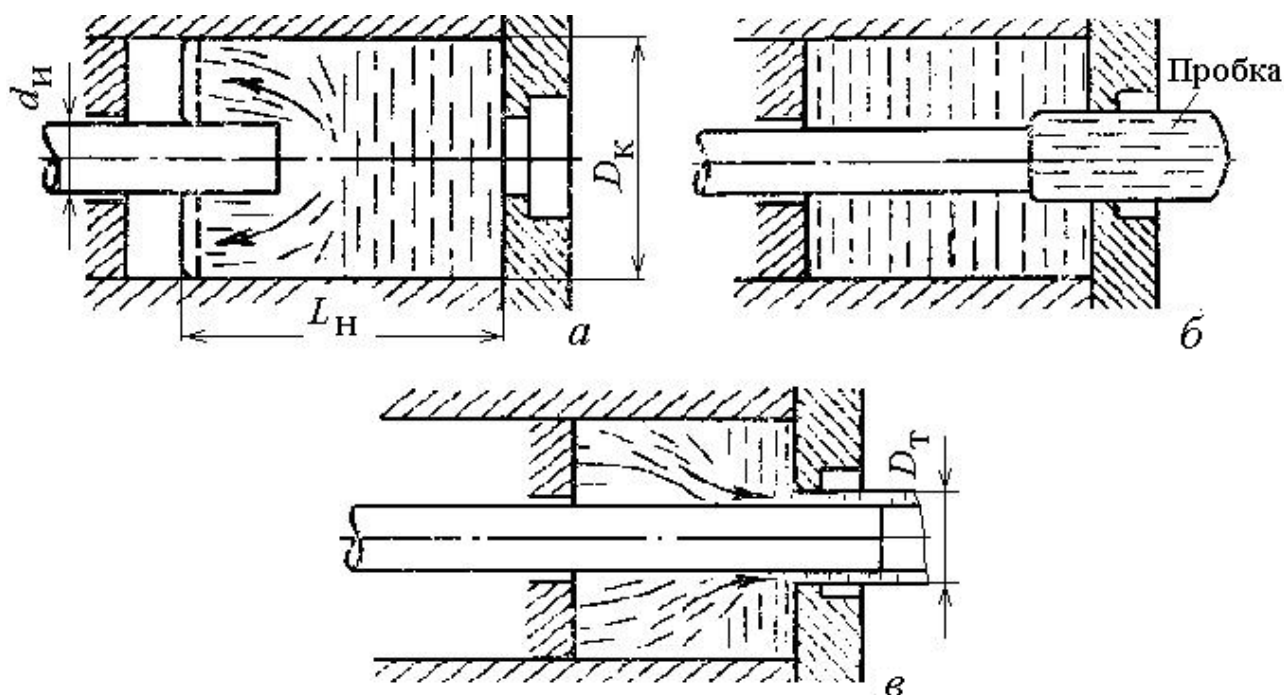


Рис. 4.2. Стадии прессования профилей на неподвижной игле

В конце прошивки напряжения в иглах определяются силами, необходимыми для среза пробки (см. рис. 4.2, б). С достаточной для инженерных расчетов точностью эти напряжения рассчитывают по формуле [6, 7]

$$\sigma_{и} = z \frac{4}{d_{и}} \sigma_{в} \left[0,5 \frac{D_{т}(L_{н}-a) + f_a}{d_{и}} \right], \quad (4.1)$$

где $L_{н}$ – длина заготовки после распрессовки; a – длина прошитой части заготовки, соответствующая моменту начала среза пробки, определяемая с помощью графика на рис. 4.3; $D_{к}$, $D_{т}$ и $d_{и}$ – соответственно внутренний диаметр контейнера, наружный диаметр трубы и диаметр иглы (см. рис. 4.2); $\sigma_{в}$ – временное сопротивление материала заготовки при температуре прошивки; f – коэффициент трения между деформируемым металлом и иглой, принимаемый по данным табл. 4.1; z – температурный коэффициент, учитывающий степень охлаждения заготовки к моменту начала прессования трубы, определяемый по графику на рис. 4.4 (при прессовании сталей $z = 1$).

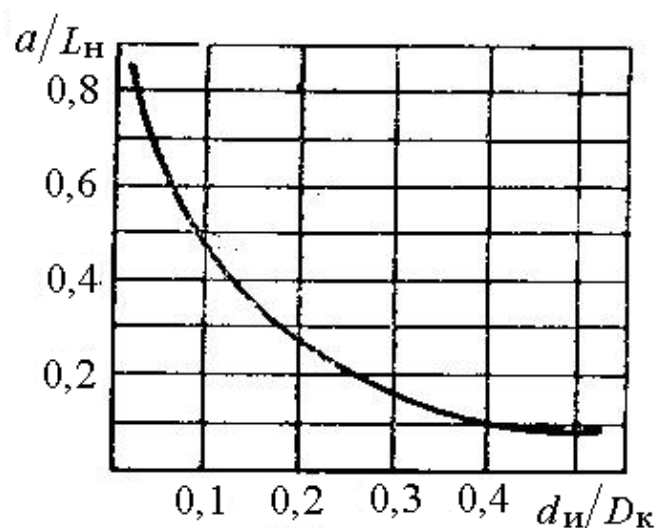


Рис. 4.3. К определению длины прошитої части заготовки

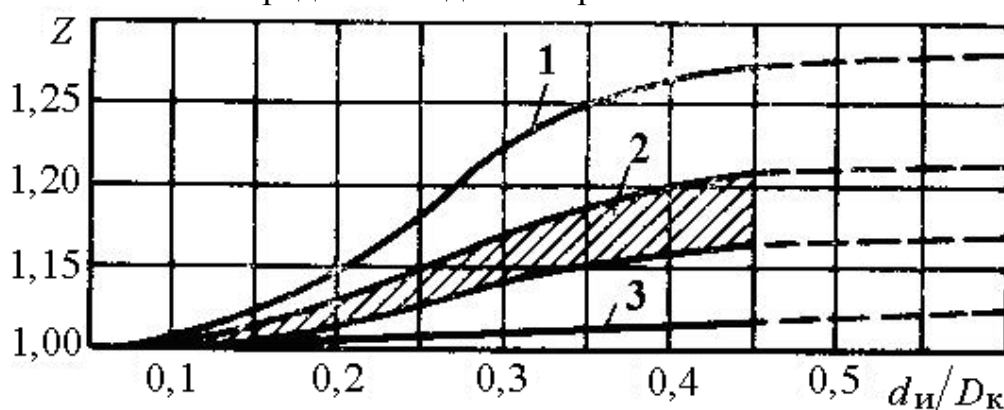


Рис. 4.4. Изменение температурного коэффициента в зависимости от отношения $d_{и}/D_{к}$ [7]: 1 - для меди; 2 - для медных сплавов; 3 - для алюминиевых сплавов

Таблица 4.1

Значения коэффициента трения для расчета прочности иглы

Наименование и марка металла	Температура, °С	Коэффициент трения	Наименование и марка металла	Температура, °С	Коэффициент трения
Медь	950–900	0,10–0,12	Никель, стали и сплавы	950–1150	0,30
	900–800	0,12–0,18		850–950	0,35
	800–700	0,18–0,25		800–850	0,40
Латунь ЛС59, ЛЖМц59-1-1	Св. 700	0,27	Алюминий и его сплавы	450–500	0,25–0,30
	До 700	0,20–0,22		300–450	0,30–0,35
То же Латунь Л68	850–700	0,18	Магний и его сплавы	350–450	0,25
Бронзы алюминиевые	850–750	0,25–0,30		250–350	0,28–0,30
Бронзы оловянисто-фосфористые	800–700	0,25–0,27	Титан и его сплавы	1000	0,30
				900	0,40
				800	0,50

Длина слитка после распрессовки :

$$L_{\text{н}} = L_0 \frac{D_0^2}{D_{\text{к}}^2}, \quad (4.2)$$

где L_0 и D_0 – соответственно исходная длина и диаметр заготовки;
 $D_{\text{к}}$ – диаметр рабочей втулки контейнера.

При прошивке цилиндрическими иглами вторым слагаемым в формуле (4.1) можно пренебречь.

Выполнение условия прочности в виде (1.2) от условного предела текучести проверяют при рекомендуемом коэффициенте запаса прочности $[n] = 1,15-1,25$.

Пример 3. Рассчитать на прочность при прошивке иглу прессы с номинальным усилием 31,5 МН и усилием прошивной системы 5,2 МН. Размеры иглы показаны на рис. 4.5. Материал иглы – сталь марки 3Х3МЗФ с условным пределом текучести $\sigma_{0,2} = 1300$ МПа (см. прил. 1, табл. П.1). Прошивается слиток, имеющий диаметр $D_0 = 245$ мм, длину $L_0 = 330$ мм, материал слитка медь марки М1. Временное сопротивление литой меди М1 при температуре слитка в контейнере 800°C $\sigma_{\text{в}} = 30$ МПа [7]. Внутренний диаметр контейнера $D_{\text{к}} = 255$ мм.

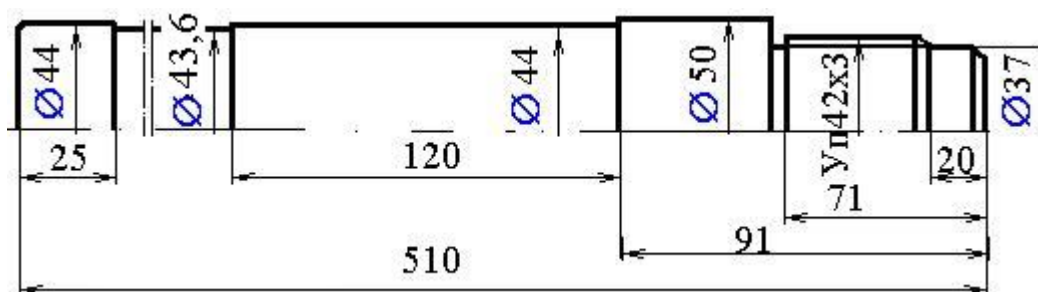


Рис. 4.5. К расчету иглы на прочность

Определим длину слитка в контейнере после распрессовки по формуле (4.2)

$$L_{\text{н}} = 330 \frac{245^2}{255^2} = 304,6 \text{ мм} = 0,305 \text{ м.}$$

Рассчитываем отношение $d_{\text{и}}/D_{\text{к}} = \frac{44}{255} = 0,172$ и по графику на рис. 4.3 определяем параметр $a/L_{\text{н}} = 0,31$, а по графику на рис. 4.4 – ко-

коэффициент $z = 1,055$. Тогда длина прошитой части слитка на момент начала среза пробки составит $a = 0,31 \cdot 0,305 = 0,094$ м.

По данным табл. 4.1 выбираем коэффициент трения на поверхности иглы $f = 0,18$.

По формуле (4.1) рассчитываем напряжения в игле при прошивке

$$\sigma_{\text{и}} = 1,055 \cdot \frac{4}{0,044} \cdot 30,0 \cdot \left[0,5 \cdot \frac{0,065}{0,044} \cdot (0,305 - 0,094) + 0,18 \cdot 0,094 \right] =$$

$$= 497,1 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса прочности иглы при прошивке составит

$$n = \frac{\sigma_{02}}{\sigma_{\text{и}}} = \frac{1300}{497,1} = 2,6.$$

Поскольку допустимая величина коэффициента запаса прочности $[n] = 1,15 - 1,25$, условие прочности (1.2) выполняется.

Примечание. После определения напряжений в игле целесообразно рассчитать требуемое усилие прошивки $P_{\text{пр}} = \sigma_{\text{и}} F_{\text{и}}$, где $F_{\text{и}}$ – площадь поперечного сечения иглы, и сравнить значение $P_{\text{пр}}$ с номинальным усилием прошивной системы пресса $P_{\text{пр.с}}$. Должно выполняться условие $P_{\text{пр}} < P_{\text{пр.с}}$.

Для рассматриваемого примера $P_{\text{пр}} = 497,1 \cdot \frac{\pi \cdot 0,044^2}{4} = 0,76$ МН, то есть меньше номинального усилия прошивной системы – 5,2 МН.

4.2. Расчет иглы при прессовании

При прессовании полый (или прошитой) заготовки (см. рис. 4.2, в) в игле возникают напряжения растяжения от трения деформируемого металла о поверхность иглы и радиальные сжимающие напряжения.

Эквивалентные напряжения в игле при прессовании рекомендуется рассчитывать по формуле [5]:

$$\sigma_{\text{экв}} = 4 \sigma_s f \frac{L}{d_{\text{и}}} + 0,6(p - \sigma_s), \quad (4.3)$$

где p – давление прессования, принимаемое равным давлению на пресс-шайбе; σ_s – сопротивление металла деформации; L – длина

контакта металла с иглой в зоне пластической деформации, определяемая по формуле [2]:

$$L = \frac{D_{\text{к}} - D_{\text{т}}}{2}. \quad (4.4)$$

Давление p может быть рассчитано при известном усилии прессования P по формуле

$$p = \frac{P}{F_{\text{пш}}}, \quad (4.5)$$

где $F_{\text{пш}}$ площадь поперечного сечения пресс-шайбы, или ориентировочно по формуле [7]:

$$p = z \sigma_s \left[\ln \lambda + \frac{2(L_{\text{н}} - h)}{D_{\text{к}} - d_{\text{и}}} \right], \quad (4.6)$$

где h – протяженность очага деформации $h = \frac{D_{\text{к}}}{2 \sin \alpha}$ (здесь α – угол матрицы или конуса, образующего мертвую зону).

Пример 4. Рассчитаем на прочность иглу пресса усилием 31,5 МН при прессовании трубы с внешним диаметром $D_{\text{т}} = 65$ мм через конусную матрицу с углом $\alpha = 55^\circ$. Необходимые для расчета исходные параметры примем по данным *Примера 3*. Скорость прессования 60 мм/с. Сопротивление деформации меди марки М1 определили по методу термомеханических коэффициентов [8, 9] при степени деформации 0,962 (коэффициент вытяжки $\lambda = 26,2$), скорости деформации $9,7 \text{ с}^{-1}$ и температуре металла 800°C : $\sigma_s = 100,9$ МПа.

Рассчитываем по формуле (4.6) давление прессования при протяженности очага пластической деформации

$$h = \frac{D_{\text{к}}}{2 \sin \alpha} = \frac{255}{2 \cdot \sin 55^\circ} = 155,6 \text{ мм};$$

$$p = 1,055 \cdot 100,9 \cdot \left[\ln 26,2 + \frac{2 \cdot (305 - 155,6)}{255 - 44} \right] = 498,4 \text{ МПа}.$$

Длина контакта металла с иглой по формуле (4.4) составит

$$L = \frac{255 - 65}{2} = 95 \text{ мм}.$$

Эквивалентные напряжения в игле при прессовании рассчитаем по формуле (4.3), приняв коэффициент трения по данным табл. 4.1 $f = 0,25$:

$$\sigma_{\text{экв}} = 4 \cdot 100,9 \cdot 0,25 \cdot \frac{95}{44} + 0,6 \cdot (498,4 - 100,9) = 456,4 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса прочности иглы при прессовании составит

$$n = \frac{\sigma_{02}}{\sigma_{\text{экв}}} = \frac{1300}{456,4} = 2,8.$$

Поскольку допустимая величина коэффициента запаса прочности $[n]=1,15-1,25$, условие прочности (1.2) выполняется.

Примечание. В случае расчета давления на пресс-шайбе по формуле (4.6), после определения напряжений в игле, целесообразно рассчитать требуемое усилие прессования $P = p F_{\text{пш}}$, где $F_{\text{пш}}$ – площадь поперечного сечения пресс-шайбы, и сравнить значение P с номинальным усилием пресса $P_{\text{н}}$. Должно выполняться условие $P < P_{\text{н}}$.

Для рассматриваемого примера $P = 456,4 \cdot \frac{\pi \cdot (0,255^2 - 0,044^2)}{4} =$
 $= 22,6 \text{ МН, то есть меньше номинального усилия пресса – } 31,5 \text{ МН.}$

5. РАСЧЕТ ИГЛОДЕРЖАТЕЛЯ

Иглодержатель служит для закрепления иглы (рис. 5.1) и передачи усилия к ней от подвижной траверсы прошивного устройства. Для закрепления иглы в иглодержателе обычно используют упорную резьбу (ГОСТ 10177-82).

Наиболее часто иглодержатели выходят из строя из-за смятия и срыва (среза) резьбы под действием растягивающих усилий при прессовании $P_{\text{и}}$.

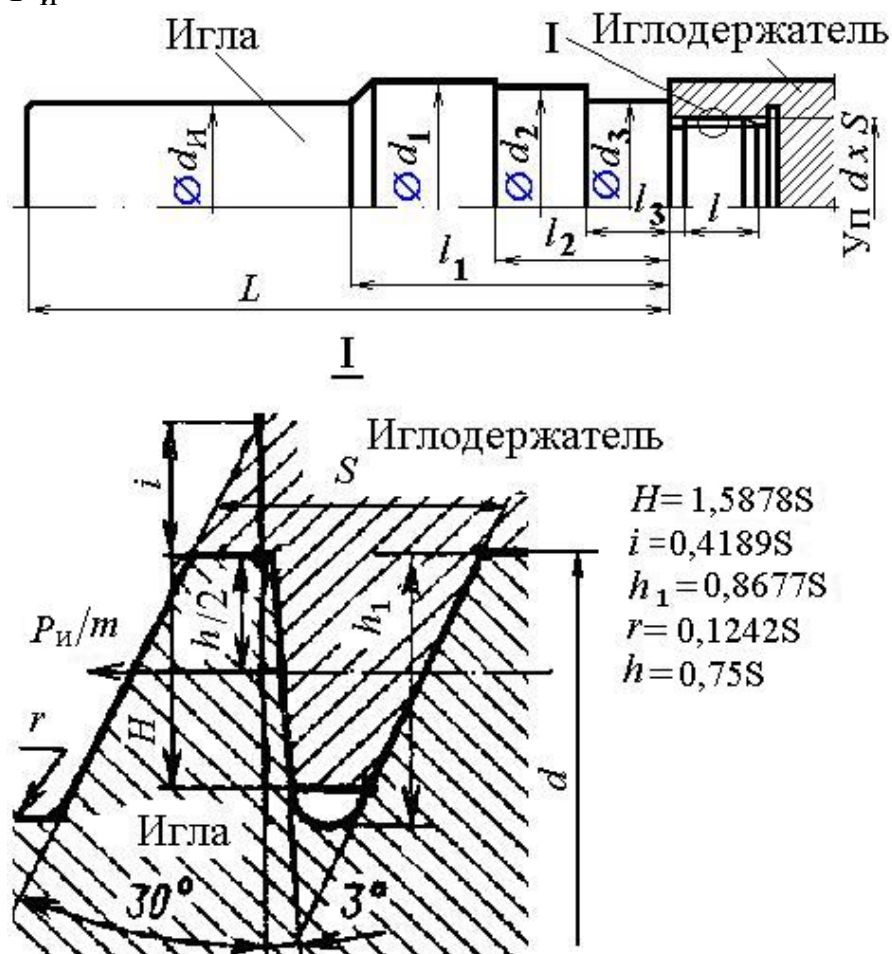


Рис. 5.1. К расчету резьбы иглодержателя

Напряжения в витках резьбы определяются величиной усилия, действующего на один виток $P_{\text{и}}/m$, где m – число витков резьбы иглодержателя, находящихся в зацеплении, определяемое в зависимости от длины резьбы иглы l (рис. 5.1) и шага резьбы S : $m = \frac{l}{S}$.

Усилие $P_{\text{и}}$ с достаточной точностью можно рассчитать по формуле

$$P_{\text{и}} = \sigma_{\text{ЭКВ}} \frac{\pi d_{\text{и}}^2}{4}, \quad (5.1)$$

где $\sigma_{\text{ЭКВ}}$ – напряжения, возникающие в игле при прессовании, рассчитываемые по формуле (4.3).

Напряжение смятия резьбы рассчитывают по формуле

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P_{\text{и}}}{m} \cdot \frac{4}{\pi [d^2 - (d - 2H)^2]}, \quad (5.2)$$

где (см. рис. 5.1) d – внутренний диаметр резьбы иглодержателя (обычно принимают равным наружному диаметру иглы); H – высота резьбы иглодержателя.

Напряжение среза в резьбе

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{P_{\text{и}}}{m} \cdot \frac{1}{\pi d (S - i \cdot \operatorname{tg} 30^\circ)}, \quad (5.3)$$

где i – параметр резьбы (см. рис. 5.1).

Величина параметров H и i может быть определена в зависимости от шага резьбы S (см. рис. 5.1).

Коэффициент запаса прочности по нормальным напряжениям рассчитывают по формуле $n = \frac{\sigma_{\text{в}}}{\sigma_{\text{см}}}$, а для касательных напряжений

по формуле $n = \frac{\sigma_{\text{в}}}{\sqrt{3} \tau_{\text{ср}}}$. Значение предела прочности по нормальным

напряжениям может быть принято по данным приложения (см. прил. 1, табл. П.1). Затем проверяют выполнение условия прочности (1.2) при допустимом коэффициенте запаса прочности $[n]=3-5$.

Пример 5. Рассчитать на прочность упорную резьбу иглодержателя иглы, показанной на рис. 4.5. Длина участка зацепления резьбы $l = 71 - 20 = 51$ мм. Материал иглодержателя – сталь марки 5ХНМ с $\sigma_{\text{в}} = 1270$ МПа. Необходимые для расчета исходные параметры принять по данным *Примера 3* и *Примера 4*.

Рассчитываем количество витков резьбы, находящееся в зацеплении

$$m = \frac{l}{S} = \frac{51}{3} = 17.$$

Рассчитываем по формуле (5.1) усилие, действующее на иглу,

$$P_{\text{и}} = 456,4 \cdot \frac{\pi \cdot 0,044^2}{4} = 0,694 \text{ МН.}$$

Определяем параметры резьбы (см. рис. 6.1) при шаге резьбы $S = 3$ мм: $H = 1,5878 \cdot 3 = 4,76$ мм, $i = 0,4189 \cdot 3 = 1,26$ мм.

Напряжение смятия резьбы рассчитываем по формуле (5.2)

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{0,694}{17} \cdot \frac{4}{\pi \cdot [0,042^2 - (0,042 - 2 \cdot 0,00476)^2]} = 137,8 \text{ МПа.}$$

Напряжение среза в резьбе по формуле (5.3) составят

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{0,694}{17} \cdot \frac{1}{\pi \cdot 0,042 \cdot (0,003 - 0,00126 \cdot \text{tg} 30^\circ)} = 136,1 \text{ МПа.}$$

Рассчитываем коэффициенты запаса прочности

$$\text{- по нормальным напряжениям } n = \frac{1270}{137,8} = 9,2;$$

$$\text{- по касательным напряжениям } n = \frac{1270}{\sqrt{3} \cdot 136,1} = 5,4.$$

Поскольку расчетные значения коэффициентов запаса прочности превышают рекомендуемые, условия прочности выполняются.

6. РАСЧЕТ ПРЕСС-ШАЙБЫ

При прессовании сплошных профилей применяют монолитные пресс-шайбы (рис. 6.1, *а, б*), а при прессовании труб и полых профилей - пресс-шайбы с отверстием для иглы (рис. 6.1, *в, г*).

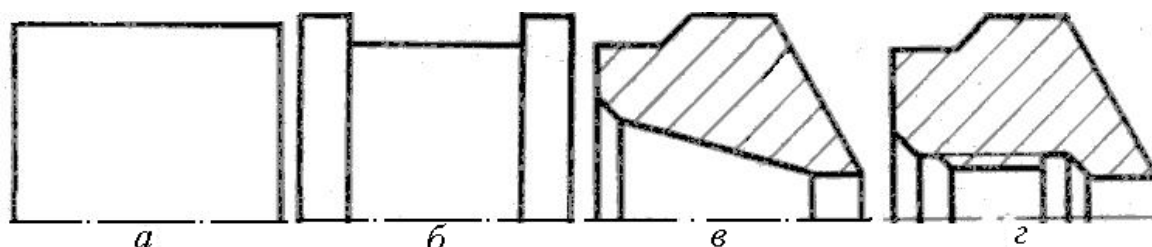


Рис. 6.1. Конструкции пресс-шайб

Пресс-шайбы рассчитывают на сжатие от усилия прессования P . Напряжения сжатия определяют по формуле

$$\sigma_{сж} = \frac{P}{F_{пш}}, \quad (6.1)$$

где $F_{пш}$ – площадь поверхности контакта пресс-шайбы с металлом.

Условие прочности (1.2) проверяют, принимая рекомендуемый коэффициент запаса прочности $[n]=1,05–1,10$ от условного предела текучести материала пресс-шайбы при температуре прессования.

7. РАСЧЕТ МАТРИЦ

Матрицы являются наиболее важным технологическим инструментом пресса, в котором совершается формоизменение металла. Принципиальные конструкции матриц показаны на рис. 7.1, а их габаритные размеры в зависимости от усилия пресса даны в приложении (см. прил. 1, табл. П.3).

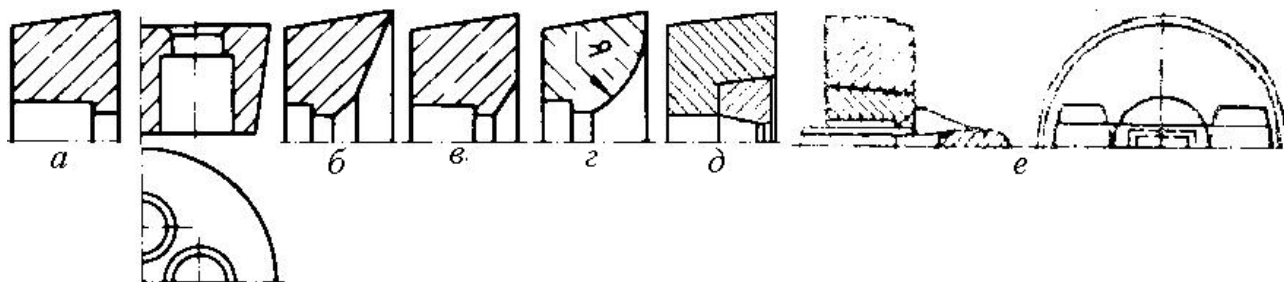


Рис. 7.1. Типовые матрицы для прессования прутков и труб:
а - плоские (одно- и многоканальные); б - конические;
в - плоскоконические; г - радиально - конические; д - сборные;
е - комбинированные

Расчету на прочность подвергают в основном матрицы, имеющие консольные элементы, а также комбинированные матрицы с раскатателем. Для матриц с очком простой формы (круглым, квадратным, прямоугольным и т. п.) осуществляется поверочный расчет на смятие опорной поверхности, соприкасающейся с подкладкой или мундштуком, и реже расчет на изгиб.

7.1. Расчет консольных элементов матриц

Расчет на прочность консольного элемента матрицы проводят с учетом опорных консольных элементов подкладных колец.

Напряжения изгиба в опасном сечении (сечение I-I, см. рис. 7.2) каждого консольного элемента матричного узла (матрицы, подкладных колец и т. п.) от внешней нагрузки определяют по формуле [5]

$$\sigma = \frac{M}{I_{\Sigma}} \cdot \frac{I_n}{W_n}, \quad (7.1)$$

где M – изгибающий момент в опасном сечении; I_{Σ} – сумма моментов инерции всех элементов; I_n и W_n – момент инерции и момент

сопротивления изгибу рассматриваемого элемента. Суммарный момент инерции равен

$$I_{\Sigma} = I_M + I_{\Pi} + \dots, \quad (7.2)$$

где I_M и I_{Π} – моменты инерции опасных сечений матрицы и подкладного кольца соответственно, рассчитываемые по формулам:

$$I_M = \frac{b_1 h_1^3}{12}, \quad I_{\Pi} = \frac{b_2 h_2^3}{12}, \quad (7.3)$$

где b_1 и b_2 – ширина консольного элемента матрицы и подкладного кольца; h_1 и h_2 – толщина этих элементов (рис. 7.2).

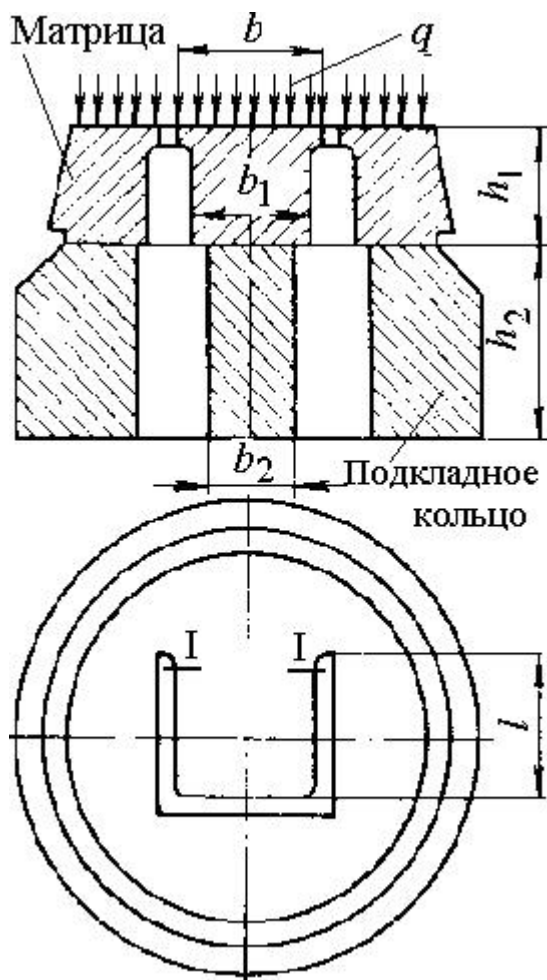


Рис. 7.2. К расчету на прочность матрицы с консольным элементом

Момент сопротивления изгибу прямоугольного поперечного сечения любого n -го консольного элемента определяют по формуле

$$W_n = \frac{b_n h_n^2}{6}, \quad (7.4)$$

где b_n – ширина сечения, а h_n – высота сечения этого элемента.

При проектировании инструмента ориентировочно принимают (см. рис. 7.2), мм:

$$b_1 = b - (2 - 4) \text{ и } b_2 = b - (4 - 6).$$

Для любого консольного элемента, рассматриваемого как консольно закрепленную балку, нагруженную равномерно распределенной нагрузкой, изгибающий момент равен

$$M = \frac{ql^2b}{2}, \quad (7.5)$$

где q – давление на зеркало матрицы, принимаемое равным давлению на пресс-шайбу; l и b – соответственно длина и ширина консольного элемента матрицы (см. рис. 7.2).

После определения напряжений по формуле (7.1) проверяют выполнение условия прочности в виде (1.1) или (1.2). Допустимый коэффициент запаса прочности принимают 1,2–1,3 от условного предела текучести.

Пример 6. Рассчитать на прочность матрицу для прессования профиля трамвайной дуги на прессе с усилием 15 МН. Конструкция и размеры матрицы, состоящей из вставки и подкладного кольца, показаны на рис. 7.3, материал матрицы – сталь марки 3Х2В8 с $\sigma_{02} = 1360$ МПа. Потребное усилие прессования $P = 8,5$ МН. Внутренний диаметр контейнера $D_k = 155$ мм.

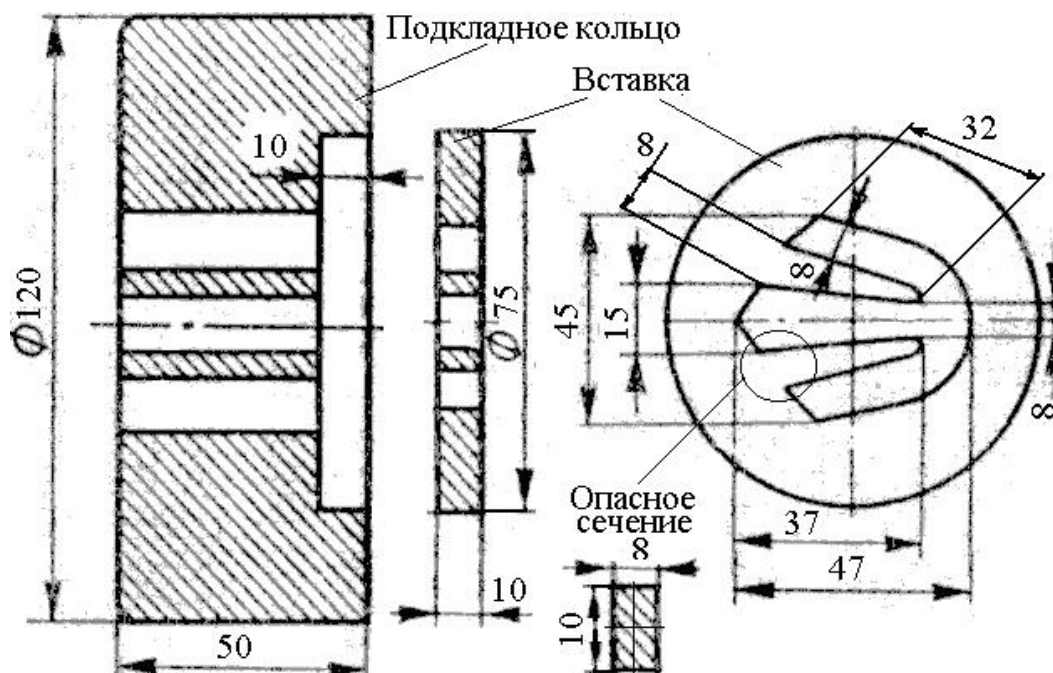


Рис. 7.3. Матрица для прессования профиля трамвайной дуги

Определим давление на пресс-шайбе, приняв ее диаметр равным внутреннему диаметру контейнера

$$q = \frac{m}{0,785 D_K^2} = \frac{8,5}{0,785 \cdot 0,155^2} = 450,6 \text{ МПа.}$$

Рассчитываем по формуле (7.5) изгибающий момент в опасном сечении консольного элемента матрицы (см. рис. 7.3)

$$M = \frac{450,6 \cdot 0,032^2 \cdot 0,008}{2} = 0,00185 \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

По формулам (7.3) рассчитываем моменты инерции вставки и подкладного кольца, приняв $b_2 = 8 - 2 = 6 \text{ мм}$

$$I_M = \frac{0,008 \cdot 0,01^3}{12} = 6,7 \cdot 10^{-10} \text{ м}^4, \quad I_{\Pi} = \frac{0,006 \cdot 0,04^3}{12} = 3,2 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4,$$

а по формуле (7.2) - суммарный момент инерции обоих элементов

$$I_{\Sigma} = 6,7 \cdot 10^{-10} + 3,2 \cdot 10^{-8} = 3,3 \cdot 10^{-8} \text{ м}^4.$$

Момент сопротивления изгибу опасного сечения вставки по формуле (7.4) составит

$$W_M = \frac{0,008 \cdot 0,01^2}{6} = 1,33 \cdot 10^{-7} \text{ м}^3,$$

а подкладного кольца

$$W_{\Pi} = \frac{0,006 \cdot 0,04^2}{6} = 1,60 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

По формуле (7.1) рассчитываем напряжения изгиба

$$\text{- в вставке} \quad \sigma = \frac{0,00185}{3,3^{-8}} \cdot \frac{6,7^{-10}}{1,33^{-7}} = 282,4 \text{ МПа,}$$

- в подкладном кольце

$$\sigma = \frac{0,00185}{3,3^{-8}} \cdot \frac{3,2^{-8}}{1,6^{-6}} = 1121,2 \text{ МПа.}$$

Коэффициенты запаса прочности элементов матрицы будут равны: для вставки $n = \frac{1360}{282,4} = 4,8$, а для подкладного кольца

$n = \frac{1360}{1121,2} = 1,2$ при рекомендуемом значении 1,2–1,3. Таким образом, слабым элементом матрицы является подкладное кольцо.

Примечание. После расчета элементов матрицы на изгиб целесообразно проверить на смятие опорную поверхность между вставкой и подкладным кольцом (см. ниже п. 7.4).

7.2. Расчет на прочность комбинированной матрицы

Расчет на прочность комбинированной матрицы сводится к определению напряжений изгиба в рассекателе и напряжений сжатия опорных стоек (рис. 7.4) под действием равномерно распределенной нагрузки q , принимаемой равной давлению на пресс-шайбе [5].

Рассматривая рассекатель как балку, жестко защемленную с двух концов, напряжения изгиба рассчитывают по формуле

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{M}{W}, \quad (7.6)$$

где M – изгибающий момент, определяемый по формуле

$$M = \frac{q l^2 b}{24}, \quad (7.7)$$

а W – момент сопротивления поперечного сечения рассекателя (обычно имеет форму эллипса)

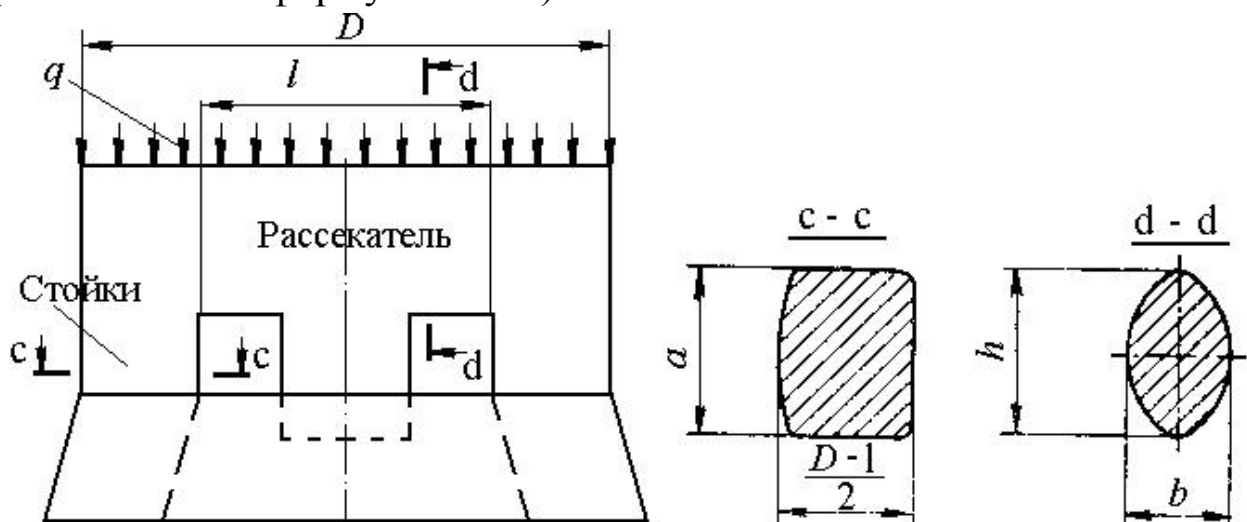


Рис. 7.4. К расчету на прочность комбинированной матрицы

$$W = \frac{\pi h^2 b}{32}, \quad (7.8)$$

где l, b и h – размеры рассекателя (см. рис. 7.4).

Напряжения сжатия опорных стоек матрицы (см. рис. 7.4) может быть рассчитано по формуле

$$\sigma_{сж} = \frac{qb \frac{D-1}{2}}{a \frac{D-1}{2}} = \frac{qb}{a}, \quad (7.9)$$

где a – размер стойки (см. рис. 7.4).

Выполнение условия прочности в виде (1.1) или (1.2) проверяют отдельно по напряжениям изгиба и сжатия. Допустимый коэффициент запаса прочности принимают 1,2–1,3.

Пример 7. Рассчитать на прочность рассекатель комбинированной матрицы пресса с усилием 20 МН, конструкция и размеры которой показаны на рис. 7.5. Материал матрицы – сталь марки 5ХНВ с $\sigma_{02} = 1000$ МПа. Усилие прессования $P = 12$ МН. Внутренний диаметр контейнера $D_k = 150$ мм.

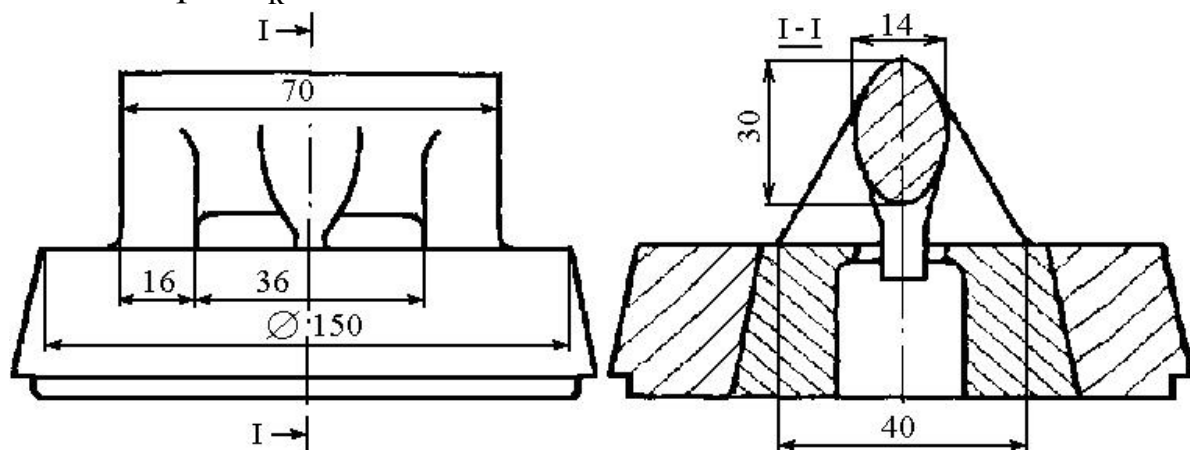


Рис. 7.5. Комбинированная матрица пресса с усилием 20 МН

Определим давление на пресс-шайбе, приняв ее диаметр равным внутреннему диаметру контейнера:

$$q = \frac{m}{0.785 D_k^2} = \frac{12}{0.785 \cdot 0.150^2} = 679,4 \text{ МПа.}$$

По формуле (7.7) рассчитываем изгибающий рассекатель момент, приняв $l = 36$ мм, $b = 14$ мм (см. рис. 7.5):

$$M = \frac{679,4 \cdot 0,036^2 \cdot 0,014}{24} = 5,1 \cdot 10^{-4} \text{ МН} \cdot \text{м.}$$

Момент сопротивления изгибу рассекателя рассчитываем по формуле (7.8) при $h = 30$ мм

$$W = \frac{\pi \cdot 0,030^2 \cdot 0,014}{32} = 1,24 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

Напряжения изгиба в рассекателе по формуле (7.6) составят

$$\sigma_{\text{изг}} = \frac{5,1 \cdot 10^{-4}}{1,24 \cdot 10^{-6}} = 411,3 \text{ МПа.}$$

Напряжения сжатия в опорных стойках рассчитываем по формуле (7.9) при $a = 40$ мм

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{679,4 \cdot 0,014}{0,04} = 237,8 \text{ МПа.}$$

По формуле (1.2) определяем коэффициенты запаса прочности

$$\text{- для рассекателя } n = \frac{1000}{411,3} = 2,4,$$

$$\text{- для стоек } n = \frac{1000}{237,8} = 4,2.$$

Условие прочности (1.2) выполняется, так как оба значения коэффициента запаса прочности превышают рекомендуемое $[n] = 1,2-1,3$.

7.3. Расчет одноканальных матриц с очком простой формы

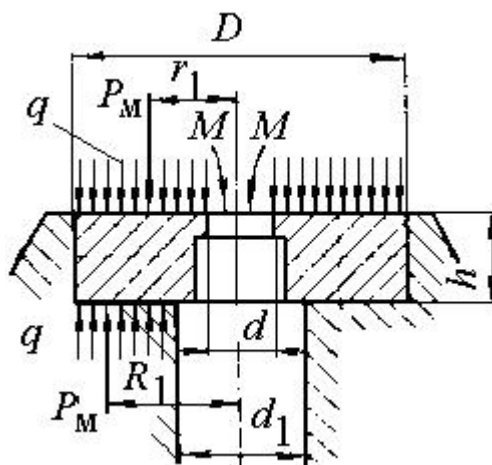


Рис. 7.6. К расчету одноканальной матрицы

При расчете на прочность одноканальную матрицу рассматривают как тонкую пластину с центральным отверстием, равномерно нагруженную давлением q (рис. 7.6), которое с достаточной точно-

стью может быть принято равным давлению на пресс-шайбе [2]. Равнодействующая этого давления сила P_M определяется формулой

$$P_M = q \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2), \quad (7.10)$$

где D и d – параметры матрицы (см. рис. 7.6).

Наибольшие напряжения изгиба, которые возникают в сечении матрицы, будут равны [2]

$$\sigma_{\text{из. max}} = \frac{12M}{h^2 d \ln \frac{D}{d}}, \quad (7.11)$$

где h – толщина матрицы; M – изгибающий момент, воспринимаемый матрицей, равный

$$M = \frac{P_M (R_1 - r_1)}{2\pi}, \quad (7.12)$$

где R_1 и r_1 – радиусы окружностей приложения равнодействующей силы P_M , соответственно со стороны опорной поверхности и зеркала матрицы (см. рис. 7.6). Эти радиусы (см. рис. 7.6) могут быть рассчитаны по формулам [2]:

$$R_1 = 0,21 \cdot \left(\frac{D^2 + D d_1 + d_1^2}{D + d_1} \right), \quad r_1 = 0,21 \cdot \left(\frac{D^2 + D d + d^2}{D + d} \right). \quad (7.13)$$

После определения напряжений по формуле (7.10) проверяют выполнение условия прочности в виде (1.1) или (1.2). Допустимый коэффициент запаса прочности принимают 1,2–1,3 от условного предела текучести.

7.4. Расчет опорной поверхности матрицы

Поверхность, которой матрица опирается на подкладное кольцо или на матрицедержатель, рассчитывают на смятие от усилия P_M , определяемого формулой (7.9). Напряжения смятия определяют по формуле

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{P_M}{F_{\text{оп}}}, \quad (7.14)$$

где $F_{\text{оп}}$ – площадь опорной поверхности.

Условие прочности (1.2) проверяют, принимая рекомендуемый коэффициент запаса прочности $[n]=1,10-1,15$ от условного предела текучести материала опорного кольца или матрицедержателя.

Пример 8. Рассчитать на прочность матрицу пресса с усилием 50 МН, показанную на рис. 7.7. Материал матрицы – сталь марки 3Х2В8 с $\sigma_{02}=1400$ МПа. Матрица предназначена для прессования трубы с внешним диаметром 226 мм и внутренним – 218 мм из алюминиевого сплава АМг6. Внутренний диаметр контейнера $D_K=367$ мм, диаметр иглы пресса $d_{и}=218$ мм. Усилие прессования $P = 40$ МН.

Определим давление на пресс-шайбу q , приняв ее внешний диаметр равным внутреннему диаметру контейнера



Рис. 7.7. Схема установки и размеры матрицы

$$q = \frac{m}{0,785 \cdot (D_K^2 - d_{и}^2)} = \frac{40}{0,785 \cdot (0,367^2 - 0,218^2)} = 620,8 \text{ МПа.}$$

Рассчитываем по формуле (7.10) равнодействующую силу, действующую на матрицу

$$P_M = 620,8 \cdot \frac{\pi}{4} \cdot (0,360^2 - 0,226^2) = 38,3 \text{ МН.}$$

По формулам (7.13) определяем радиусы окружностей приложения силы P_M со стороны опорной поверхности и зеркала матрицы

$$R_1 = 0,21 \cdot \left(\frac{0,36^2 + 0,36 \cdot 0,254 + 0,254^2}{0,36 + 0,254} \right) = 0,098 \text{ м,}$$

$$r_1 = 0,21 \cdot \left(\frac{0,36^2 + 0,36 \cdot 0,226 + 0,226^2}{0,36 + 0,226} \right) = 0,094 \text{ м.}$$

Тогда, по формуле (7.12), изгибающий момент, воспринимаемый матрицей, составит

$$M = \frac{38,3 \cdot (0,098 - 0,094)}{2\pi} = 0,0244 \text{ МН·м.}$$

Максимальные напряжения изгиба в матрице рассчитываем по формуле (7.11)

$$\sigma_{\text{из. max}} = \frac{12 \cdot 0,0244}{0,051^2 \cdot 0,226 \cdot \ln \frac{0,360}{0,226}} = 1069,9 \text{ МПа.}$$

Коэффициент запаса прочности, рассчитываемый по формуле (2.2), будет равен $n = \frac{1400}{1069,9} = 1,31$, что больше рекомендуемого значения $[n] = 1,2 - 1,3$. Следовательно, условие прочности (1.2) выполняется.

Определим напряжения смятия на поверхности контакта матрицы и опорного кольца. Площадь этой поверхности (кольцо, см. рис. 7.7) будет равна

$$F_{\text{оп}} = \frac{\pi \cdot (0,377^2 - 0,254^2)}{4} = 0,061 \text{ м}^2.$$

Тогда напряжения смятия по формуле (7.14) составят

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{38,3}{0,061} = 627,9 \text{ МПа.}$$

Поскольку подкладное кольцо изготовлено из стали марки 5ХНМ с $\sigma_{02} = 1090$ МПа, коэффициент запаса прочности будет равен $n = \frac{1090}{627,9} = 1,73$, что больше рекомендуемого значения $[n] = 1,1 - 1,2$. Следовательно, условие прочности (1.2) выполняется.

7.5. Определение размеров канала матрицы

Определение размеров канала матрицы на выходе (А) рекомендуется проводить по формуле

$$A = A_1 + M + (k_{\text{вд}} + k_{\text{р}} + k_{\text{т}}) \cdot A_1,$$

где A_1 – номинальный размер профиля; M – плюсовой допуск на данный размер; $k_{вд}$ – коэффициент, учитывающий внеконтактную деформацию (аналитическое определение $k_{вд}$ вследствие влияния большого числа разнообразных факторов затруднительно, поэтому $k_{вд}$ принимают на основании экспериментальных данных); k_p – коэффициент, учитывающий уменьшение размера при правке растяжением, также определяемый экспериментально; k_t – величина температурной усадки профиля

$$k_t = t_{пр} \cdot \alpha_{пр} - t_m \alpha_m,$$

где $t_{пр}$, t_m – температура профиля и матрицы; $\alpha_{пр}$, α_m – коэффициенты линейного расширения материалов профиля и матрицы при температуре прессования.

7.6. Проектирование элементов матрицы

Проектирование элементов матрицы, влияющих на неравномерность истечения, сводится к разработке комплекса мероприятий, благодаря которым уменьшаются асимметрия заготовки и пресс-изделий и неравномерность скоростей истечения металла на отдельных участках профиля:

1. Изменение эффективных длин калибрующего пояска.
2. Наклон образующей калибрующего пояска с целью местного торможения объемов металла.
3. Создание тормозящих наклонных участков на торцевой поверхности матрицы.
4. Рациональное расположение канала относительно осей матрицы.
5. Ведение многоканального прессования.
6. Изменение радиуса входной части калибрующего пояска.

Имеется рекомендация по выбору длин поясков сложных асимметричных профилей: эффективные длины поясков на отдельных участках профиля должны быть обратно пропорциональны удельным периметрам этих участков:

$$\frac{l_m}{l_n} = \frac{n_n}{n_m},$$

где $n_n = \frac{n_n}{F_n}$, $n_m = \frac{n_m}{F_m}$, l_m, l_n – эффективные длины на участках m и n ; n_m, n_n – периметры участков m и n ; F_m, F_n – поперечные сечения участков m и n ; n_m, n_n – удельные периметры участков m и n .

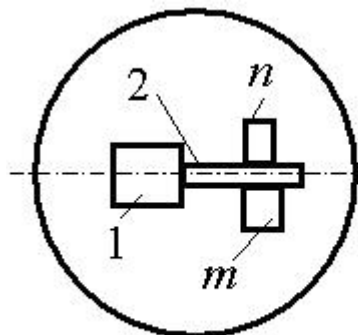


Рис. 7.8. К назначению эффективных длин калибрующих поясков для прессования сложного профиля

Это соотношение дает возможность, задаваясь величиной l_m , найти величину l_n и, таким образом разделив профиль на несколько разных участков и задавшись на одном из них эффективной длиной, определить длины на всех прочих участках. На рис. 7.8 сложный в сечении профиль разбит на прямоугольные участки с номерами 1,2,..., m , n .

8. ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЛЕКСА ПРОГРАММ «ПЛАСТ» ДЛЯ АНАЛИЗА РАБОТЫ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА

8.1. Сущность подхода

В данном разделе будут представлены примеры анализа напряженно-деформированного состояния прессового инструмента методом конечных элементов. Конечно-разностные методы являются более универсальными по отношению к вышеприведенным аналитическим методам решения. Однако они требуют применения значительно большего количества вычислений, поэтому применяются обычно в совокупности с компьютерными технологиями.

Далее приведены решения нескольких краевых задач в упругой постановке, выполненных с помощью разработанного сотрудниками Института технической физики СО РАН А. В. Сокоделовым и Е. А. Ереминым пакета прикладных программ «Пласт».

Программный комплекс «Пласт» предназначен для решения линейных, физически или геометрически нелинейных двумерных квазистатических задач методом конечных элементов в перемещениях. Здесь не будут рассматриваться упруго-пластические задачи, которые могут быть решены с использованием этого пакета. Общий порядок функционирования комплекса предполагает следующие возможности. Деформируемое тело может состоять из нескольких материалов, соединенных по общим границам без возможности проскальзывания и обладающих различными механическими характеристиками. Граничные условия задаются распределенными объемными и поверхностными силами, сосредоточенными силами, перемещениями, условиями трения. В областях повышенных градиентов напряжений возможно задание сгущения конечно-элементной сетки. Построение исходной неравномерной конечно-элементной сетки, а также новых адаптивных сеток в процессе расчета производится автоматически. Промежуточные и окончательные результаты расчета сохраняются на жестком диске ЭВМ и могут выводиться на дисплей в виде графиков и диаграмм линий равного уровня.

Далее будет показано, что метод конечных элементов позволяет оценить напряженно-деформированное состояние в каждой точке деформируемого тела. Имеются также и ограничения, накладывае-

мые со стороны программного обеспечения на класс решаемых задач: исходная постановка не может быть осуществлена в общем объемном случае, задачи рассматриваются либо осесимметричные, либо в плоском деформированном, либо в плоском напряженном состояниях.

8.2. Расчет контейнера с полостью прямоугольной формы

Изложенные выше аналитические методы анализа работоспособности прессового инструмента распространяются на довольно узкий класс задач: конфигурация инструмента должна быть такова, чтобы решение могло осуществляться в осесимметричной постановке. Однако не во всех случаях прессовый инструмент может быть описан совокупностью цилиндрических поверхностей. Примерами отклонения формы инструмента от строго цилиндрической являются контейнеры прессов, имеющие полости прямоугольной формы в поперечном сечении. Контейнеры такого типа применяются для выравнивания деформаций при прессовании панелей из алюминиевых сплавов, эти панели имеют, как правило, большое отношение ширины к высоте.

Для решения задачи использованы следующие исходные данные:

- наружный диаметр контейнера 700 мм;
- полость контейнера имеет прямоугольное поперечное сечение 500x100 мм;
- модуль упругости материала 20000 МПа;
- коэффициент Пуассона 0,3;
- изнутри на поверхность полости действует растягивающее нормальное напряжение 500 МПа;
- напряженное состояние плоское (вдоль продольной оси контейнера напряжения отсутствуют).

Для повышения точности вычислений очаг деформации представлен в виде пяти звеньев № 1-5 (см.рис. 9.1), формирующих четверть сечения контейнера. Взаимодействие с остальными частями учтено граничными условиями: на звене № 1 перемещение $v=0$; на звене № 3 $u=0$. Звенья № 1,3,4,5 представлены в качестве отрезков прямых линий с координатами, указанными на рисунке; звено № 2

является дугой окружности с выпуклым профилем относительно рассматриваемого тела.

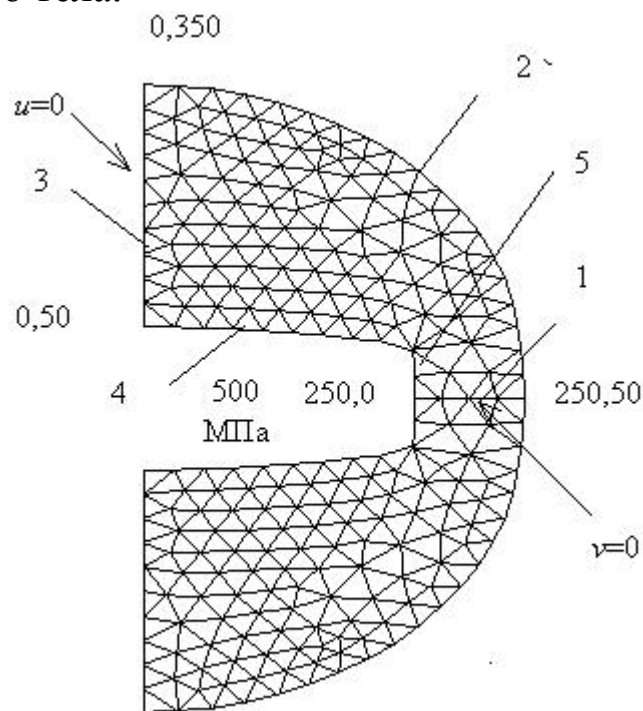


Рис. 8.1. Упругое нагружение прямоугольного контейнера

На рис. 8.1 приведено решение задачи для искусственно заниженного в 10 раз модуля упругости. Это сделано для того, чтобы была возможность оценить характер формоизменения профиля полости контейнера. Видно, что наибольшему формоизменению подверглась длинная сторона прямоугольника. Характер границы описывается кривой линией, приближенной к параболической зависимости.

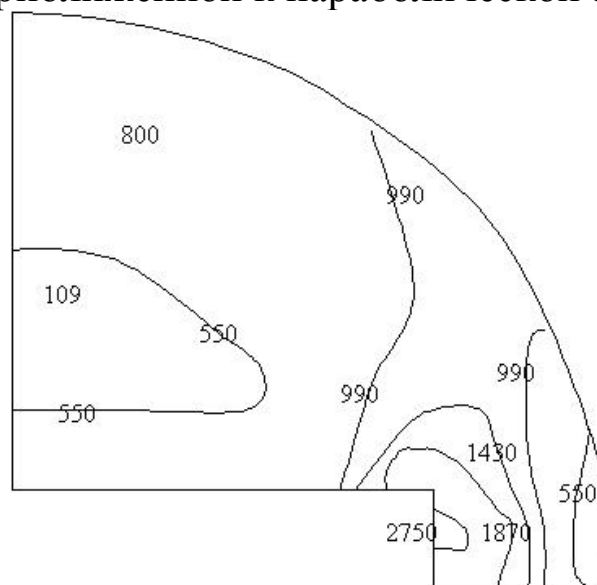


Рис. 8.2. Распределение эквивалентных напряжений (числа при кривых) по поперечному сечению контейнера с прямоугольной полостью (четверть очага деформации)

График распределения по сечению контейнера эквивалентных напряжений представлен на рис. 8.2 в виде линий равного уровня. Из рассмотрения этой зависимости следует, что наименьшие напряжения характерны для областей, примыкающих к длинной стороне прямоугольника. Наибольшие напряжения локализованы вблизи углов при вершинах прямоугольника, что может создать опасность разрушения металла в этих опасных сечениях. Реальный уровень напряжений может оказаться меньшим вследствие применения многослойных контейнеров, что и имеет место в практике прессового производства.

Отдельным вопросом является определение перемещений частиц, формирующих границы очага деформации. На рис. 8.3 представлены линии равного уровня модуля вектора перемещений для заданных условий нагружения. Видно, что наибольшие перемещения испытывает граница инструмента, примыкающая к центральной части длинной стороны прямоугольника. Размер короткой стороны прямоугольника может увеличиться на 3,2 мм, т. е. на $3,2 / 50 \cdot 100 = 6,4$ %. Размер длинной стороны прямоугольника увеличится на 1,35 мм, т. е. на $1,35 / 250 \cdot 100 = 0,54$ %. Увеличение площади сечения произойдет на величину 9,8 %. Очевидно, что можно ожидать появления зазора и перетекания в этот зазор части металла слитка с образованием пресс-рубашки. При этом, однако, должно быть проанализировано деформированное состояние пресс-шайбы, замыкающей очаг деформации. Можно отметить, что деформации пресс-шайбы оказываются не столь значительными, как деформация контейнера, поэтому предыдущий вывод оказывается справедлив. Действительно, допустив, что осевые напряжения σ_{zz} на 20% больше напряжений, действующих изнутри контейнера, получим $\sigma_{zz} = 1,2 \cdot 500 = 600$ МПа. При заданном модуле упругости деформация укорочения пресс-шайбы составит

$$\varepsilon_{zz} = \frac{\sigma_{zz}}{E} = \frac{600}{200000} \cdot 100 = 0,3 \text{ \%}.$$

Из условия постоянства объема на такую же величину произойдет увеличение площади пуансона. Эта величина значительно меньше, чем деформация стенок контейнера, поэтому зазор гарантирован. Следует отметить, что отсутствие зазора привело бы к заклиниванию пресс-шайбы в контейнере.

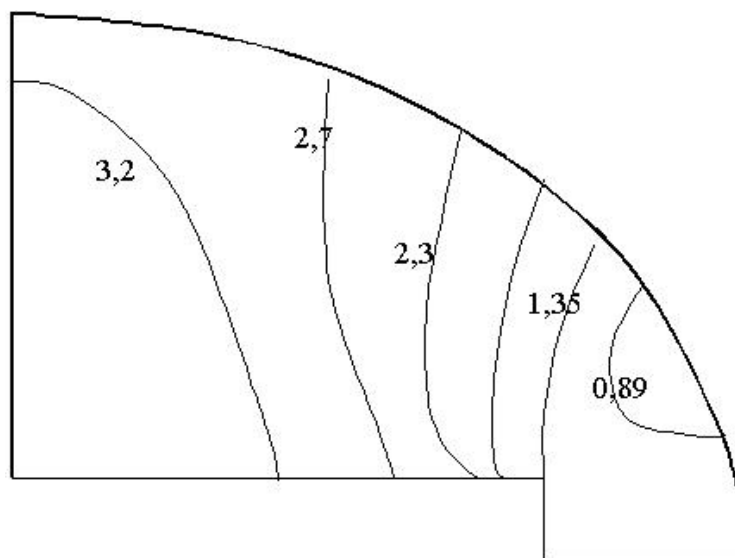


Рис. 8.3. Линии равного уровня модуля вектора перемещений (мм) для нагруженного контейнера (четверть очага деформации)

8.3. Распределение напряжений и деформаций при нагружении матрицы

Рассмотрим задачу нагружения матрицы нормальным напряжением 800 МПа со стороны сжимаемого в контейнере металла (см. рис. 9.4). Матрица имеет конфигурацию полого низкого цилиндра, снабженного внутренним выступом, играющего роль калибрующего пояска. Внешний диаметр матрицы равен 100 мм, диаметр полости на уровне калибрующего пояска 30 мм, за пределами калибрующего пояска – 40 мм, толщина матрицы 40 мм.

Самым простым подходом к определению работоспособности матриц является расчет на смятие нормальным напряжением.

При этом пренебрегают реальной конфигурацией и считают, что матрица представляет собой полый цилиндр. Однако учет в постановке задачи калибрующего пояска приводит к более сложному варианту нагружения: нормальные напряжения стремятся отогнуть ка-

либрующий поясok в направлении истечения материала при прессовании.

Поскольку задачу можно отнести к классу осесимметричных, то при постановке задачи рассмотрели половину очага деформации (верхняя половина на рис. 8.4), сформированную звеньями № 1-6 в виде отрезков прямых линий. Кинематические граничные условия заданы в виде запрета перемещений звена № 4 по горизонтали $u = 0$ и звена № 5 по вертикали $v = 0$. Тем самым полагали, что матрицедержатель представляет собой абсолютно жесткое тело. В базовом решении материал матрицы имеет свойства упругого материала с модулем упругости 200000 МПа и коэффициентом Пуассона 0,3. Наряду с этим решением выполнен расчет для более податливого материала, обладающего модулем упругости 10000 МПа, что позволило отобразить конфигурацию детали после нагружения на рис. 8.4 и визуально оценить формоизменение.

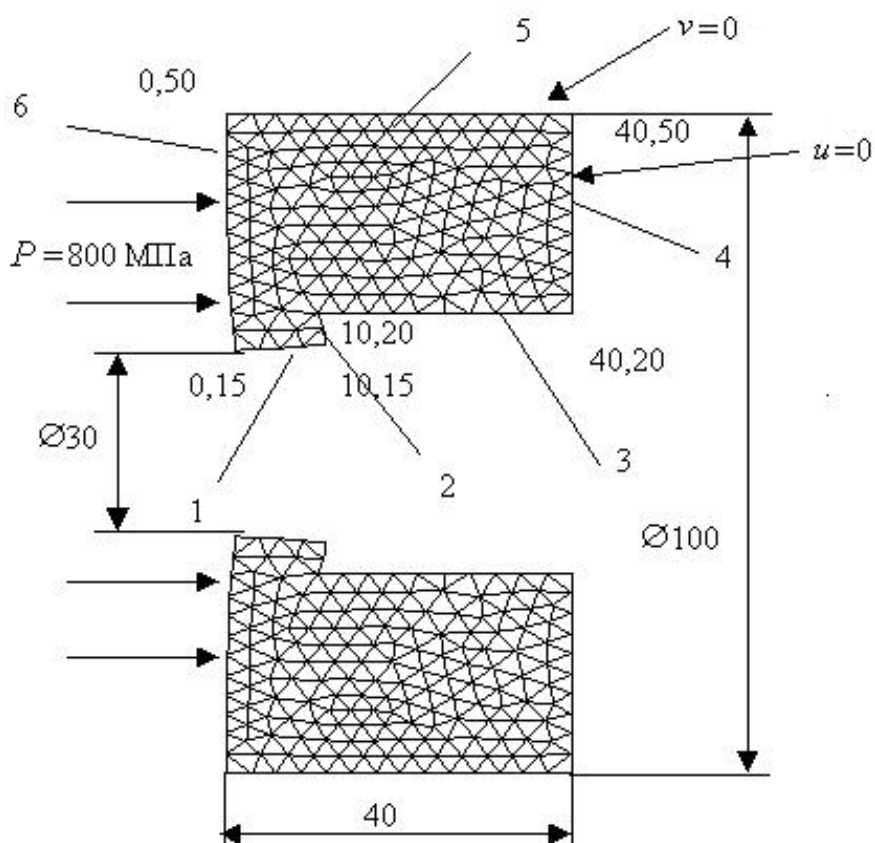


Рис. 8.4. Координатное представление очага деформации и граничные условия при нагружении матрицы нормальным напряжением

Анализ рисунка показывает, что материал матрицы в районе калибрующего пояска претерпевает деформацию изгиба, при этом становится очевидной возможность изменения размера отверстия в матрице, а значит, и размеров пресс-изделия. Таким образом, актуальной задачей, наравне с прочностным расчетом, является оценка изменения размера матрицы после приложения нагрузки.

Выполненный расчет эквивалентных напряжений (см. рис. 8.5) показал, что наименьшие напряжения характерны для периферийных областей матрицы. Напряжения увеличиваются по мере приближения к контактной поверхности калибрующего пояска и достигают 920 МПа в месте перехода от калибрующего пояска к телу матрицы.

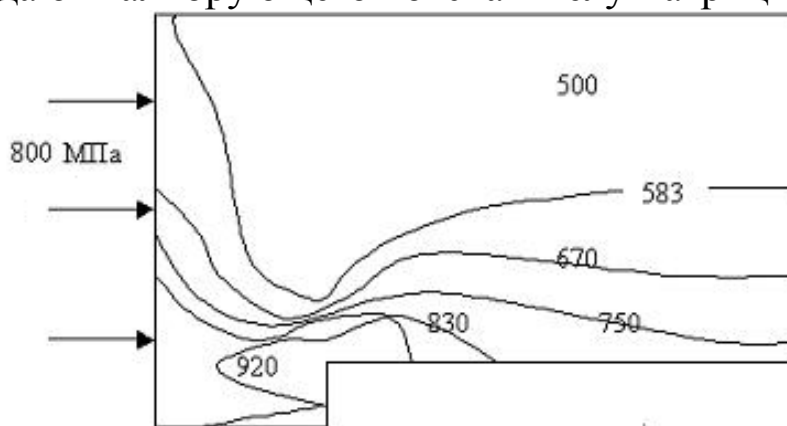


Рис. 8.5. Линии равного уровня эквивалентных напряжений (МПа), возникающих в матрице (верхняя половина очага деформации)

Результаты расчета деформированного состояния приведены на рис. 8.6 в виде линий равного уровня продольных перемещений металла.

Наибольшие перемещения характерны для материала матрицы, примыкающей к поверхности слитка. При этом за исключением области, прилегающей к калибрующему пояску, характерно постоянство перемещения металла вдоль радиальной координаты, что позволяет сделать вывод о возможности применения гипотезы плоских сечений. Вблизи калибрующего пояска гипотеза не выполняется, что связано со значительным упругим смятием контактной поверхности.

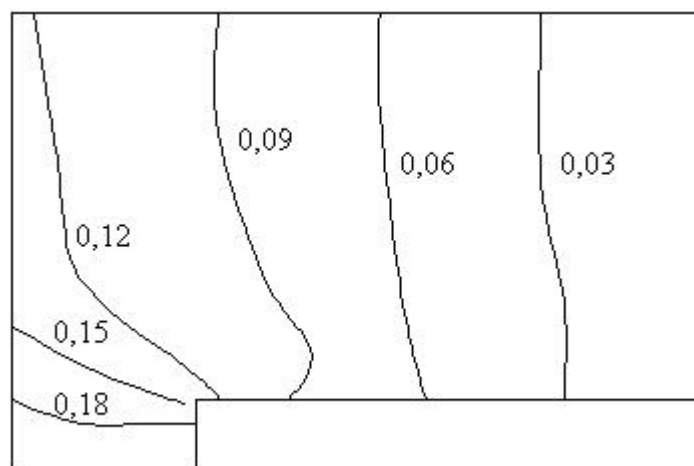


Рис. 8.6. Линии равного уровня продольных перемещений (мм) в нагруженной матрице

Радиальные перемещения металла матрицы отражены на рис. 8.7. Видно, что наибольшие перемещения испытывает материал как раз в области калибрующего пояска. Изменение размера здесь составляет величины до 0,07 мм по радиусу, что соответствует 0,14 мм по диаметру.

Такая большая величина отклонения, скорее всего, выведет поперечный размер изделия за пределы допуска, поэтому должны быть приняты меры, учитывающие это обстоятельство. Одним из вариантов такого учета является введение коэффициента внеконтактной деформации, который в известных методиках позволяет варьировать номинальный размер отверстия в матрице на величину его отличия от размера получаемого изделия.

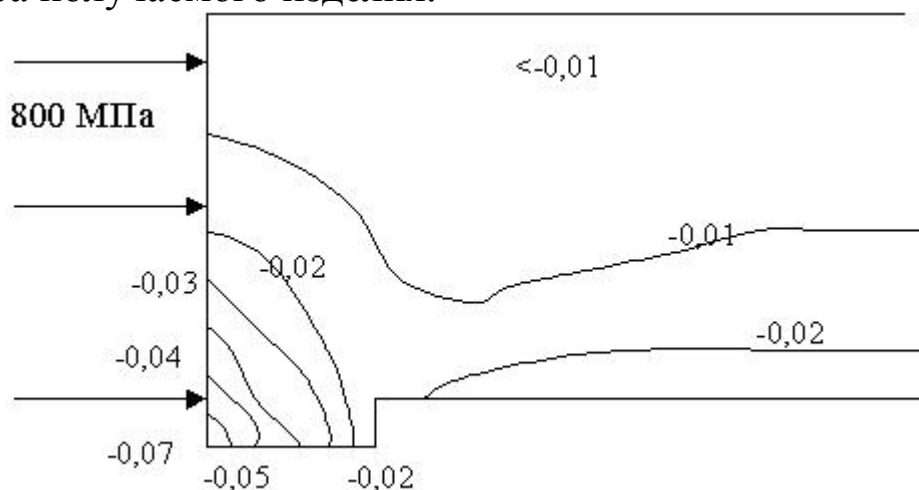


Рис. 8.7. Линии равного уровня радиальных перемещений (мм) металла матрицы при нагружении напряжениями 800 МПа

Однако само наличие такого коэффициента говорит о неопределенности, вносимой особенностями нагружения матрицы со стороны слитка. Действительно, при значениях нормальных напряжений, отличающихся от заданных в рассмотренной задаче (при изменении сопротивления деформации, характеристик трения и т. д.), размер изделия будет изменяться.

Более выгодным является пересмотр конфигурации продольного сечения матрицы в областях, примыкающих к калибрующему пояску. Целесообразно предусмотреть снятие фаски конической формы со стороны входа металла в очаг деформации. При этом можно не переходить к конической форме канала самой матрицы, т. к. в этом случае затрудняется отделение пресс-остатка. Такой небольшой по размерам конический участок часто предусматривается конструкторами матриц. Как следует из рассмотрения рис. 8.4, консольно нависающий калибрующий поясок при нагрузке имеет тенденцию к развороту вокруг некоторого центра, поэтому способом уменьшения этого разворота является назначение внутренней фаски, выполненной по радиусу кривизны, который можно рассчитывать для каждой матрицы в отдельности в зависимости от ее конфигурации и условий ее эксплуатации.

8.4. Сложное нагружение иглы

При прессовании труб и полых профилей игла является одним из самых тяжелонагруженных видов инструментальной оснастки. Если прессованию предшествует стадия закрытой прошивки, игла испытывает напряжения сжатия и при внецентренном нагружении – напряжения изгиба. При переходе к режиму прессования на иглу воздействуют напряжения радиального сжатия со стороны находящегося в контейнере металла и осевого растяжения со стороны металла, вытекающего через отверстие матрицы. Ограничимся рассмотрением последнего варианта нагружения.

Очаг упругой деформации представим в виде стержня (рис. 8.8), на части длины которого действуют напряжения сжатия 800 МПа, а к торцу стержня приложены напряжения растяжения, равные 200 МПа. Левая часть иглы не нагружена внешними напряжениями, поскольку находится в иглодержателе. Задача решается в осесимметричной по-

становке. Границы тела представлены пятью звеньями № 1-5. Для звена № 5 граничным условием является запрет перемещений вдоль продольной оси. На звеньях № 2 и № 3 граничные условия заданы действующими напряжениями растяжения и сжатия соответственно.

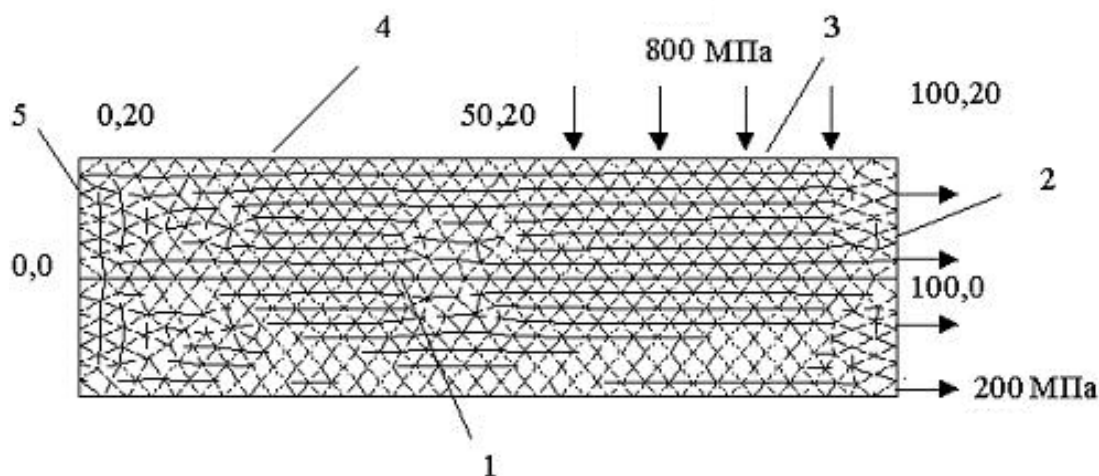


Рис. 8.8. Нумерация звеньев, координаты опорных точек (мм) и расчетная схема нагружения иглы

Решение задачи представлено на рис. 8.9 в виде линий равного уровня радиальных перемещений. Важность полученного решения заключается в том, что, оказывается, уровень радиальных перемещений металла не так уж мал.

При величине радиального перемещения точек, наиболее удаленных от оси иглы, равного 0,054 мм, упругое уменьшение диаметра составляет 0,108 мм, что соизмеримо с величиной допуска на внутренний диаметр прессованной продукции. Таким образом, полученное значение должно явиться параметром для корректировки поперечного размера иглы. Естественно, что при иных граничных условиях решение будет получено другое.



Рис. 8.9. Линии равного уровня радиальных перемещений (мм) при сложном нагружении иглы

Поскольку игла является термически тонким телом, то ее температура во время прессования стремится совпасть с температурой прессуемого металла. Последнее обстоятельство приводит к снижению прочностных свойств металла иглы. Сам уровень напряжений, возникающих в игле, часто близок к предельному случаю. Поэтому важным вопросом является оценка эквивалентных напряжений. Для рассмотренных выше граничных условий уровень этого параметра оказался достаточно велик (рис. 8.10). Он превышает уровень напряжений сжатия и растяжения, взятых по отдельности, что должно быть учтено при выборе инструментального материала.

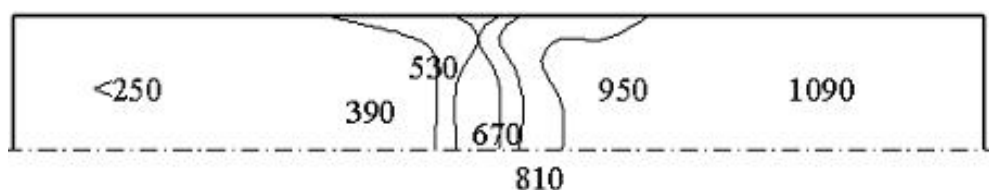


Рис. 8.10. Линии равного уровня для эквивалентных напряжений нагруженной иглы (половина очага деформации)

Отдельным вопросом является знак действующих в игле напряжений. Поскольку эквивалентные напряжения при расчете всегда положительны, то полученные результаты не могут быть использованы для определения характера напряжений. Действительно, некоторые инструментальные материалы по-разному сопротивляются действию растягивающих и сжимающих напряжений, поэтому напряжения должны быть определены с точностью до знака. В некоторых случаях бывает полезно знать знак напряжений, чтобы сопоставить характер разрушения иглы с причиной, вызвавшей эти разрушения. Наиболее частым вариантом разрушения иглы является локальный пережим с образованием шейки и последующий обрыв по этому месту.

На рис. 8.11 представлены значения показателя напряженного состояния σ/T в продольном сечении иглы (верхняя половина очага деформации). Видно, что для правой части иглы, контактирующей с металлом, характерны отрицательные значения σ/T , что говорит о высоком уровне напряжений сжатия.

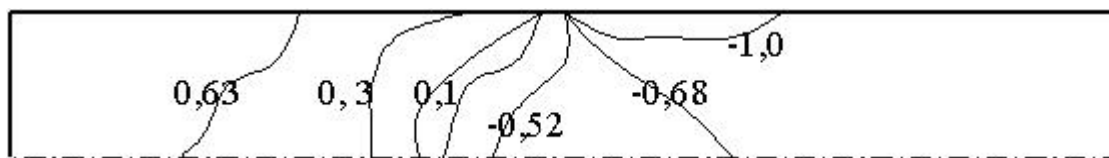


Рис. 8.11. Значения показателя напряженного состояния (числа при линиях равного уровня) при сложном нагружении иглы сжимающими радиальными напряжениями и осевой растягивающей нагрузкой

Для левой части иглы, находящейся в иглодержателе, характерны положительные значения показателя, что говорит о действии растягивающих напряжений. Это позволяет сделать вывод о том, что в некоторых случаях прессования иглы могут быть сделаны композиционными. Например, основное тело иглы выполняется из инструментальной стали, хорошо сопротивляющейся действию растягивающих напряжений, а наконечник иглы может быть сделан из твердого сплава, гораздо более прочного и износостойкого, чем инструментальная сталь, но плохо сопротивляющегося действию растягивающих напряжений.

Аналогичные расчеты могут быть сделаны для других схем нагружения иглы. В следующем приближении расчеты должны учитывать режим нагрева и охлаждения игл как термически тонких тел. Значения допускаемых напряжений должны быть откорректированы с учетом снижения прочностных характеристик металла в результате нагрева.

8.5. Действие внутреннего давления со стороны слитка на часть длины стенки контейнера

В разделе 2 было рассмотрено решение задачи определения напряжений, возникающих в стенке контейнера в условиях плоского напряженного состояния. Тем самым предполагается, что вдоль длины контейнера продольные напряжения отсутствуют, а радиальные и тангенциальные напряжения постоянны. Это является допущением, позволяющим упростить процедуру решения задачи.

В реальной практике прессования контейнер на всю длину металлом не заполнен, у него имеются области, примыкающие к торцам и свободные от действия напряжений, поэтому напряженное состояние можно считать плоским лишь условно.

Схема нагружения для такого случая представлена на рис. 8.12. Контейнер имеет наружный диаметром 200 мм, внутренний диаметр 100,5 мм, длину 300 мм. Распрессованный слиток длиной 200 мм рас-

положен посередине контейнера, т. е. с обоих торцов втулки имеются участки, свободные от нагружения и имеющие протяженность по 50 мм. В математической постановке задача рассматривается как осесимметричная. Упругодеформируемое тело ограничено шестью звеньями №1-6 (выделены прямоугольниками), координаты опорных точек которых изображены на рис. 8.12. Действующее изнутри давление равно 500 МПа. Сетка конечных элементов представлена на рис. 8.12 после выполненного решения при модуле упругости, равном $2 \cdot 10^3$ МПа, что в десять раз ниже реальной величины. Это сделано для того, чтобы по рисунку можно было проследить характер упругого формоизменения.

Видно, что в результате такого воздействия стенка контейнера прогибается с образованием выпуклости наружу, а торцы контейнера разворачиваются относительно оси прессования. Для последующего решения модуль упругости задали реальной величиной, характерной для инструментальных сталей. Результат решения представлен на рис. 8.13 в виде линий равного уровня, характеризующих точки с одинаковым значением эквивалентного напряжения.

Наибольшие напряжения возникают в центре области нагружения, и они превышают величину внутреннего давления. Величины эквивалентных напряжений могут быть использованы для заключения о работоспособности конструкции.

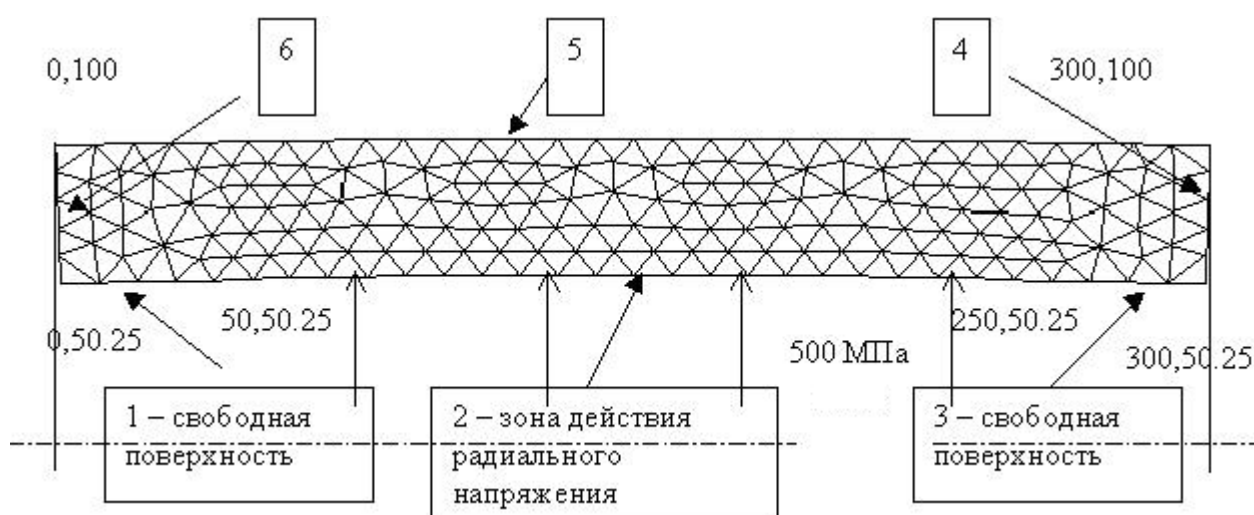


Рис. 8.12. Сетка конечных элементов для нагружения стенки контейнера внутренним давлением на части длины контейнера, координаты опорных точек, нумерация звеньев

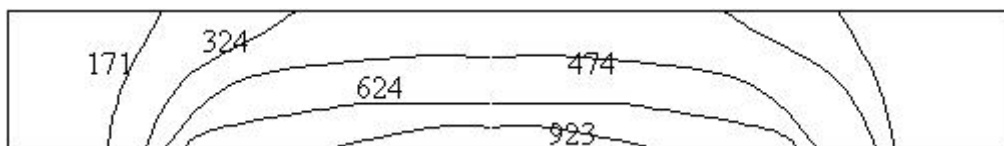


Рис. 8.13. Линии равного уровня эквивалентных напряжений в продольном сечении стенки контейнера при нагрузке внутренним давлением на центральной части контейнера

9. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА МНОГОСЛОЙНОГО КОНТЕЙНЕРА НА ЯЗЫКЕ BASIC

Описанная в разделе 2 методика расчета на прочность многослойного контейнера запрограммирована на языке GW BASIC в операционной системе MS DOS для ПЭВМ типа IBM. Текст программы приведен в прил. 2.

Программа предусматривает интерактивный режим работы в следующей последовательности:

1. Обращение к программе. Для выполнения расчетов по программе следует сделать текущим каталог (папку), в котором находится выполняемый файл программы с именем «КОНТЕЙНЕР.EXE», и запустить программу. О начале работы программы свидетельствует появление на экране дисплея заставки с текстом: "Прочностной расчет контейнера". Заставка удерживается на экране до нажатия на клавишу ↵.

2. Ввод исходной информации, диалог и расчеты на ЭВМ. Последовательность ввода исходной информации и расчетов рассмотрим на тестовом примере проверки на прочность трехслойного контейнера с внутренним диаметром рабочей втулки 280 мм, диаметрами сопряжения втулок 400 и 640 мм, с внешним диаметром контейнера 1120 мм. Внутренняя (рабочая) втулка контейнера изготовлена из стали марки 3Х2В8, промежуточная и внешняя втулки – из стали марки 5ХНМ. Рабочая температура контейнера – 200°С. Усилие прессования 60 МН.

После нажатия на клавишу ↵ на экране дисплея последовательно появляются запросы, ответами на которые служит набор соответствующих характеристик с последующим нажатием клавиши ↵:

"Укажите имя файла для результатов расчета"*)

Пользователь присваивает оригинальное имя для результатов каждого расчета и отвечает на запрос, например:

"Укажите имя файла для результатов расчета" Конт1.рез

Продолжается диалог:

"Укажите количество бандажей (втулок) в контейнере?" 3

*) Кавычками выделен текст на экране дисплея

"Введите значение внутреннего диаметра рабочей втулки, мм?"	280
"Введите значение внутреннего диаметра 1-го бандаж, мм?"	400
"Введите значение внутреннего диаметра 2-го бандаж, мм?"	640
"Введите значение внешнего диаметра 2-го бандаж, мм?"	1120
"Укажите величину усилия прессования на пресс-шайбе, МН?"	60

На экране появляется результат расчета давления на пресс-шайбе и давления на внутренней поверхности контейнера p_k (см. раздел 2):

«Давление на пресс-шайбе, МПа" 974.4

"Диапазон возможных давлений на внутренней стенке рабочей втулки:"

584.7 – 877.0 МПа.

Пользователю необходимо выбрать величину давления на внутренней поверхности контейнера и ответить на запрос:

"Укажите выбранное значение внутреннего давления, МПа" 877.0

Далее следует диалог:

"Задайтесь величиной относительного натяга:"

"- при горячей посадке бандаж 2 на втулку 1?" 0,004

"Температура нагрева 2-го бандаж, °С" 433

"Давление при натяге бандаж 2 на втулку 1, МПа" 165.3

"Устраивают ли Вас такие температура и давление (Д, Н)"

Пользователь оценивает полученные результаты и отвечает на запрос. При ответе - Да (Д) диалог продолжается, при ответе – Нет (Н) – запрашиваются новые исходные данные. Например:

"Устраивают ли Вас такие температура и давление (Д, Н)?" Н

"Укажите новое значение относительного натяга"

"- при горячей посадке бандаж 2 на втулку 1?" 0.003

"Температура нагрева 2-го бандаж, °С" 350

"Устраивают ли Вас такая температура и давление (Д, Н)?" Д

Далее:

"Задайтесь величиной относительного натяга:"

"- при горячей посадке бандаж 3 на втулку 2?" 0.002

"Температура нагрева 3-го бандаж, °С" 267

"Давление при натяге бандажа 3 на втулку 2, МПа" 124.9

"Устраивают ли Вас такие температура и давление (Д, Н)" Д

Следует запрос:

"Величина предельных напряжений для I-й втулки, МПа"

"(для получения справки о предельных напряжениях введите 0)?"

"Давление при натяге бандажа 2 на втулку 1, МПа» 124.0

Предельными напряжениями считают напряжения предела текучести (реже предела прочности) материала втулки при ее рабочей температуре. В случае ввода цифры "0" на экран выдается справочная таблица вида:

Механические свойства сталей для изготовления прессового инструмента

Марка стали	Температура испытания	Предел прочности	Условный пре- дел текучести
	⁰ С	МПа	МПа
4X5B2ФС	20	1901	1744
	400	1666	1509
	500	1441	1303
3X2B8	20	1911	1764
	400	1499	1372
	500	1431	1333

Таблица содержит данные о механических характеристиках восьми основных марок сталей, применяемых для изготовления прессового инструмента. Просмотр таблицы производят нажатием клавиши (↵). При отсутствии требуемой марки стали в таблице необходимо обратиться к справочной литературе или к табл. П.1 в прил. 1.

Вводим:

"Величина предельных напряжений для 1-й втулки, МПа?" 1500

"Величина предельных напряжений для 2-й втулки, МПа?" 1000

"Величина предельных напряжений для 3-й втулки, МПа?" 1000

После этого на экран дисплея выдается таблица результатов прочностного расчета (см. ниже).

Последующим нажатием клавиши (↵) на экран дисплея выдается эпюра распределения эквивалентных напряжений по втулкам контейнера, показанная на рис. 9.1.

Результаты прочностного расчета контейнера

Но- мер втул- ки	Внут- ренний диаметр втулки, мм	Величина натяга		Напряжения, МПа			Коэффи- циент запаса прочно- сти
		относи- тель- ный	абсолют- ный, мм	Натяга	Эквивалентные		
					внутрен- ний слой	наружный слой	
1	280,0	0,003	1,2	124,0	991,6	568,7	1,51
2	400,0	0,002	1,3	124,9	912,3	363,5	1,10
3	640,0	0,000	0,0	0,0	740,3	274,3	1,35

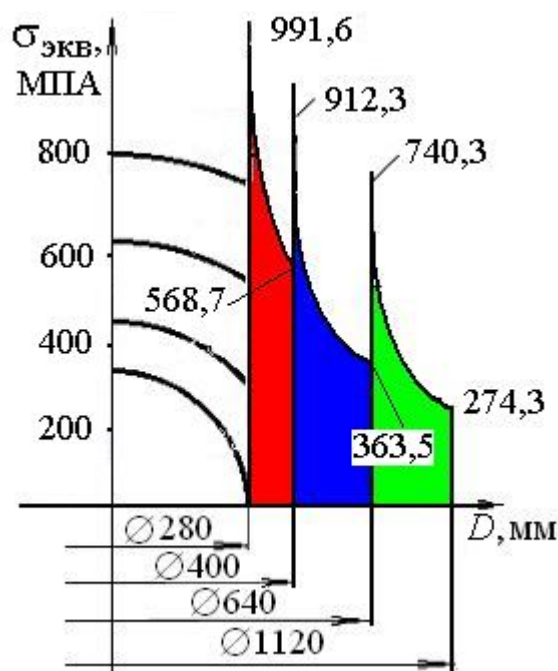


Рис. 9.1. Эпюра распределения эквивалентных напряжений в трехслойном контейнере

Проведя анализ полученных результатов, следует ответить на запрос:

"Хотите повторить расчет с новыми параметрами (Д, Н)?" При ответе Нет (Н) программа заканчивает работу.

В нашем примере целесообразно ответить Да (Д) и сделать повторный расчет, изменив значения относительных натягов следующим образом. С целью увеличения прочности промежуточной втулки за счет некоторого ослабления рабочей втулки следует уменьшить ее относительный натяг на рабочую втулку до величины 0,002. Для выравнивания напряжений в промежуточной и наружной втулках уве-

личим относительный натяг последней до величины 0,0025. После ввода новых исходных данных получим таблицу результатов.

Результаты прочностного расчета контейнера

Номер втулки	Внутренний диаметр втулки, мм	Величина натяга		Напряжения, МПа			Коэффициент запаса прочности
		относительный	абсолютный, мм	Натяга	Эквивалентные		
					внутренний слой	наружный слой	
1	280,0	0,0020	0,8	82,6	1048,1	575,0	1,43
2	400,0	0,0025	1,6	156,1	803,5	333,5	1,24
3	640,0	0,0000	0,0	0,0	789,4	292,5	1,27

Сравнивая результаты предыдущего и данного расчета, убеждаемся, что коэффициент запаса прочности промежуточной втулки возрос с 1,1 до 1,24, а эквивалентные напряжения в промежуточной и внешней втулках выровнялись.

Таким образом, путем перебора различных значений относительных натягов, диаметров втулок и материалов, из которых они изготовлены, можно выбрать конструкцию оптимально нагруженного контейнера.

Настоящая программа позволяет решить задачу оценки напряженного состояния контейнера после сборки, перед установкой в пресс. Для этого следует провести расчет по программе, указав в исходной информации значение давления на внутренней поверхности контейнера, равное нулю.

Твердую копию окончательных результатов расчета можно получить из соответствующего файла с результатами расчетов (Конт1.рез) средствами MS DOS.

10. РАСЧЕТ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА В ПРОГРАММЕ НА ОСНОВЕ ЯЗЫКА DELPHI

Описанная в разделах 2-7 методика расчета на прочность прессового инструмента запрограммирована на языке Delphi 5. Для выполнения расчетов следует сделать текущим каталог (папку), в котором находится выполняемый файл программы с именем «Raschet.exe», и запустить его. О начале работы программы свидетельствует появление на экране дисплея окна программы.

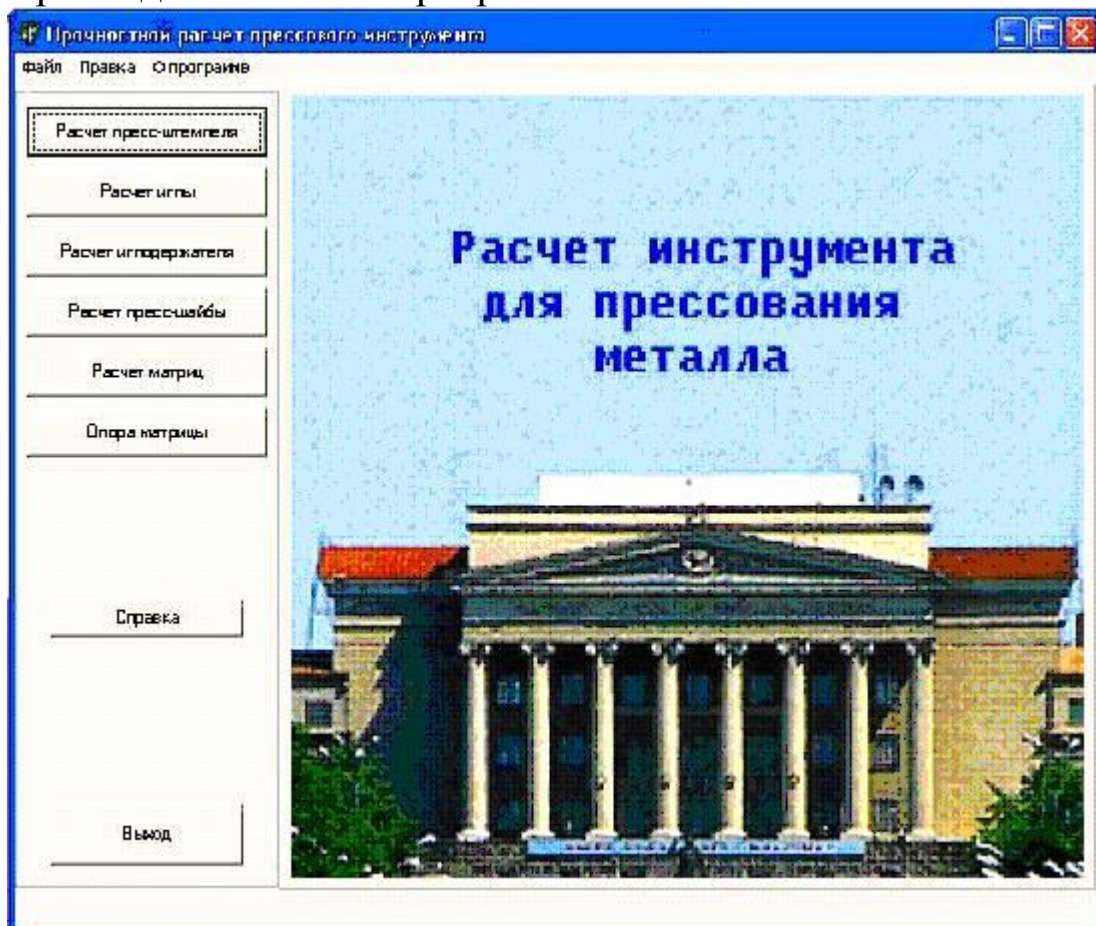


Рис. 10.1. Главное меню программы

Для вывода окна расчета требуемого инструмента нужно нажать левой клавишей мыши на соответствующую кнопку в левой части окна программы (рис. 10.2).

Исходные данные вводятся в активные окна в соответствии с указанными метками и размерностью. Для внесения полной ясности ввода служат поясняющие рисунки с указанием возможной формы и размеров рассчитываемого инструмента (рис. 10.3).



Рис. 10.2. Вызов подпрограммы расчета пресс-штемпе́ля и всплывающее меню

Прочностной расчет прессового инструмента

Файл Правка О программе

Расчет пресс-штемпе́ля

Расчет иглы

Расчет иглодержателя

Расчет пресс-шайбы

Расчет матриц

Опора матрицы

Расчет контейнера

Справка

Выход

Расчет пресс-штемпе́ля

Исходные данные:

Усилие прессования (P), МН	20
Внешний диаметр пресс-штемпе́ля (D), мм	180
Внутренний диаметр пресс-штемпе́ля (d), мм	0
Длина пресс-штемпе́ля (Lп), мм	1500
Условный предел текучести, МПа	400
Процесс	Прессование
Козф. запаса прочности	5
Наружный диаметр опоры (Don), мм	300
Внутренний диаметр опоры (don), мм	100
Приложение нагрузки:	Эксцентрично оси
Внутренний диаметр контейнера, мм	200

Результат расчета:

Гибкость пресс-штемпе́ля	23,333
Напряжение сжатия, МПа	785,94
Допускаемая нагрузка, МПа	80
Максимальное напряжение в поперечном сечении, МПа	1135,2
Напряжение сжатия об опорную плиту должно быть меньше 200МПа	
Напряжение сжатия об опорную плиту, МПа	318,30

Начать расчет

Рис. 10.3. Исходные данные и результаты расчета пресс-штемпе́ля

Из всплывающего меню (рис. 10.2, б) выбираются соответствующие виды процесса, приложение нагрузки и др. в соответствии с метками.

Для примера на рис. 10.4, 10.5, 10.6 представлены варианты расчета иглы, пресс-шайбы и опорной поверхности матрицы.

Программа содержит проверку введенных данных. При введении значений, приводящих к невозможности расчета, или не введении необходимых приложение сообщит об этом посредством вывода окна соответствующего содержания.

Прочностной расчет прессового инструмента

Файл Правка О программе

Расчет пресс-штампеля

Расчет иглы

Расчет иглодержателя

Расчет пресс-шайбы

Расчет матриц

Опора матрицы

Расчет контейнера

Справка

Выход

Расчет иглы

Исходные данные

Текущий процесс: Прошивка

Прошивка

Длина заготовки (L_0), мм	300
Диаметр заготовки (D_0), мм	200
Диаметр иглы (d_i), мм	60
Диаметр раб. втулки контейнера (D_k), мм	220
Диаметр прессуемой трубы (D_t), мм	80
Температурный коэффициент (z)	(Найти) 1,08
Временное сопротивление материала заготовки, МПа	30
Условный предел текучести материала иглы, МПа	500
Коэффициент трения между иглой и металлом	(Справка) 0,2

Результаты расчета

Напряжение в игле при прошивке, МПа	311,37
Коэффициент запаса прочности	1,6057
Требуемое усилие прошивки, МН	0,8803

Начать расчет

Рис. 10.4. Вариант расчета прессовой иглы

Прочностной расчет прессового инструмента

Файл Правка О программе

Расчет пресс-штампеля

Расчет иглы

Расчет иглодержателя

Расчет пресс-шайбы

Расчет матриц

Опора матрицы

Расчет контейнера

Справка

Выход

Расчет пресс-шайбы

$D_0 = 0$

Исходные данные:

Усилие прессования (P), МН	20
Диаметр пресс-шайбы (D), мм	220
Диаметр отверстия (D_0), мм	0
Условный предел текучести материала пресс-шайбы при t прессования, МПа	600
Угол наклона раб. поверхности пресс-шайбы, град	0

Результаты расчета:

Напряжение сжатия, МПа	526,13
Коэффициент запаса прочности	1,1404

(Рекомендуемый коэффициент запаса прочности $[n] = 1,05 - 1,10$)

Начать расчет

Рис. 10.5. Вариант расчета напряжений на пресс-шайбе

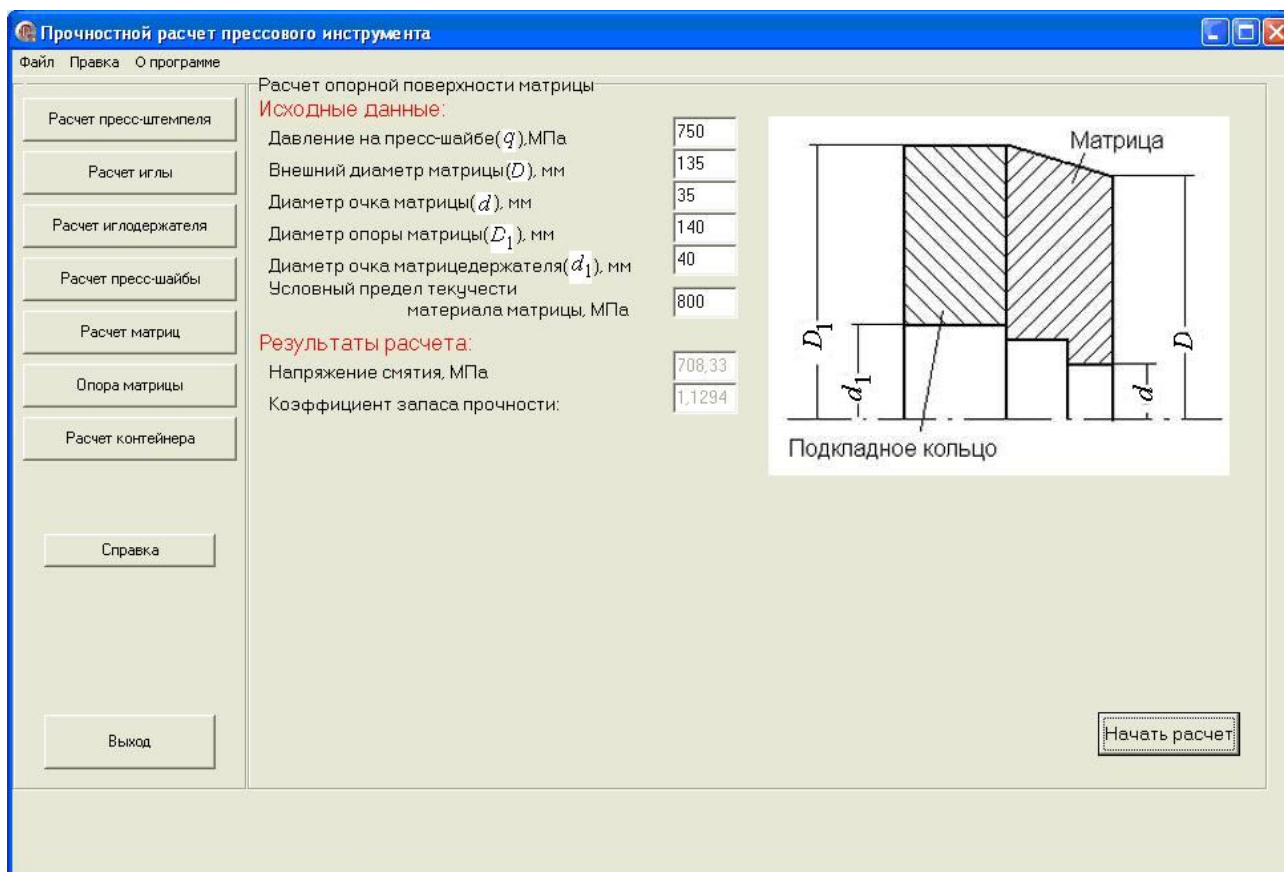


Рис. 10.6. Вариант расчета опорной поверхности матрицы

Результаты расчета выводятся в неактивные окна в соответствии с указанными метками и размерностью. При необходимости очистки формы для следующего расчета можно прибегнуть к функции “Обнуление” (Правка/Обнуление), вызываемой нажатием клавиши F2 на клавиатуре. При использовании этой функции производится сброс значений лишь в активном окне, что не обнуляет совершенный ранее расчет другого инструмента.

Для выхода из программы используется кнопка “Выход”.

11. ПРИМЕНЕНИЕ EXCEL–ТАБЛИЦ ДЛЯ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА

11.1. Определение размеров канала матрицы

Для решения этой задачи в табл. 11.1 и 11.2 приведены исходные данные, результаты расчета и программа в электронной таблице EXCEL.

Таблица 11.1

Представление в EXCEL-таблице исходных, справочных данных
и результатов расчета

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>	<i>H</i>
1	Расчет размеров канала матрицы						
2	Номинальный размер профиля, мм						40
3	Положительный допуск, мм						0,3
4	Коэффициент внеконтактной деформации						0
5	Коэффициент правки растяжением						0,01
6	Коэффициенты теплового расширения, 1/°C:						
7	прессуемого материала						23,8E-6
8	материала матрицы						11,2E-6
9	Температура матрицы, °C						300
10	Температура пресс-изделия, °C						900
11	Справка						
12	Коэффициенты теплового расширения, 1/°C:						
13	Сталь ШХ15, 20 °C						14,0E-6
14	Сталь 3ХВ8Ф, 300 °C						11,2E-6
15	Алюминий, 400 °C						29,0E-6
16	36Н, инвар						1,1E-6
17	Медь, 900 °C						23,8E-6
18	Никель, 900 °C						20,3E-6
19	Сплав МА1, 300 °C						32,1E-6
20	Сплав ВТ8, 800 °C						10,2E-6
21	Результаты расчета						
22	Увеличение размера матрицы при нагреве, мм						134,4E-3
23	Уменьшение размера после остывания, мм						856,8E-3
24	Коэффициент температурной усадки						18,1E-3

25	Размер канала, мм	41,4E+0
----	-------------------	---------

Таблица 11.2

Программа в ячейках электронной таблицы

23	<i>H</i>
24	=H\$9*H\$10*H\$3
25	=H\$11*H\$8*H\$3
26	=H\$11*H\$8-H\$10*H\$9
27	=H\$3+H\$4+(H\$5+H\$6+H\$25)*H\$3

11.2. Проектирование элементов матрицы

Методика проектирования элементов матрицы, описанная в разделе 7.6, реализована в виде программного модуля, написанного на языке Visual Basic. При запуске модуля формируется специальная электронная EXCEL-таблица (табл. 11.3). Необходимость составления специальной EXCEL-программы обусловлена невозможностью назначения количества областей разбиения профиля без диалога с пользователем.

Таблица 11.3

Исходные данные и результаты вычислений в таблице EXCEL

Расчет эффективных длин калибрующих поясков	
Введите количество областей	3
Запустите модуль 1	
Структура области	1
Длина области, мм	5,00
Ширина области, мм	20,00
Длина калибрующего пояска, мм	6,00
Периметр области, мм	50,00
Площадь области, мм ²	100,00
Удельный периметр, 1/мм	0,50
Структура области	2
Длина области, мм	5,00
Ширина области, мм	15,00
Периметр области, мм	40,00
Площадь области, мм ²	75,00

Окончание табл. 11.3

Удельный периметр, 1/мм	0,53
Длина калибрующего пояска, мм	5,63
Структура области	3
Длина области, мм	5,00
Ширина области, мм	15,00
Периметр области, мм	40,00
Площадь области, мм ²	75,00
Удельный периметр, 1/мм	0,53
Длина калибрующего пояска, мм	5,63

Текст программы проектирования элементов матрицы

```

Sub Макрос1()
' Макрос1 Макрос
Sheets("Лист3").Select
Cells.Select
With Selection.Font
    .Name = "Arial Cyr"
    .Size = 12
    .Strikethrough = False
    .Superscript = False
    .Subscript = False
    .OutlineFont = False
    .Shadow = False
    .Underline = xlUnderlineStyleNone
    .ColorIndex = xlAutomatic
End With
Range("A1").Select
Selection.Font.Bold = True
Rows("5:78").Select
Selection.ClearContents
Cells.Select
Selection.NumberFormat = "0,00"
Range("A3").Select

```

```

Selection.NumberFormat = "0"
Selection.Interior.ColorIndex = 46
kol = Cells(3, 1).Value
Range("a5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Структура области"
Selection.NumberFormat = "0"
Range("f5").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "1"
Range("a6").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Длина области, мм"
Range("f6").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "5"
Range("A7").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Ширина области, мм"
Range("f7").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "20"
Range("A8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Длина калибрующего пояска, мм"
Range("f8").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "6"
Range("a9").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Периметр области, мм"
Range("f9").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=2*(R[-3]C+R[-2]C)"
Range("A10").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Площадь области, мм2"
Range("f10").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-4]C*R[-3]C"
Range("A11").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Удельный периметр, 1/мм"
Range("f11").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-2]C/R[-1]C"
Range("a12").Select
Rem Цикл для всех областей за исключением первой
For i = 2 To kol
    ActiveCell.FormulaR1C1 = "Структура области"
    ActiveCell.Offset(0, 5).Range("a1").Select

```

```

Selection.NumberFormat = "0"
ActiveCell.FormulaR1C1 = i
ActiveCell.Offset(1, -5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Длина области, мм"
ActiveCell.Offset(0, 5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "5"
ActiveCell.Offset(1, -5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Ширина области, мм"
ActiveCell.Offset(0, 5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "15"
ActiveCell.Offset(1, -5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Периметр области, мм"
ActiveCell.Offset(0, 5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=2*(R[-2]C+R[-1]C)"
ActiveCell.Offset(1, -5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Площадь области, мм2"
ActiveCell.Offset(0, 5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-3]C*R[-2]C"
ActiveCell.Offset(1, -5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Удельный периметр, 1/мм"
ActiveCell.Offset(0, 5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R[-2]C/R[-1]C"
ActiveCell.Offset(1, -5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "Длина калибрующего пояска, мм"
ActiveCell.Offset(0, 5).Range("a1").Select
ActiveCell.FormulaR1C1 = "=R8C6*R11C6/R[-1]C"
ActiveCell.Offset(1, -5).Range("a1").Select
Next i
End Sub

```

12. ПРИМЕНЕНИЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ABAQUS ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ПРОЧНОСТНЫХ РАСЧЕТОВ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Abaqus – программный комплекс в области конечно-элементных прочностных расчетов, с помощью которого можно получать решения для сложных линейных и нелинейных инженерных проблем. Семейство продуктов Abaqus разрабатывается и поддерживается компанией Abaqus Inc. (USA). Компания поддерживает распространение университетской версии программного продукта с ограничением до 1000 штук количества конечных элементов. Покажем возможность его использования для выполнения прочностных расчетов в области прессования.

Работа с программным комплексом начинается с запуска модуля Abaqus CAE, в результате чего появляется окно Start Session (рис. 12.1). Возможны три варианта запуска:

- Create Model DataBase – создание новой базы данных для модели.
- Open DataBase – открытие существующей базы данных.
- Run Script – запуск сценария с заранее записанными командами.
- Start Tutorial – запуск программы с документацией по обучению и создание новой базы данных.

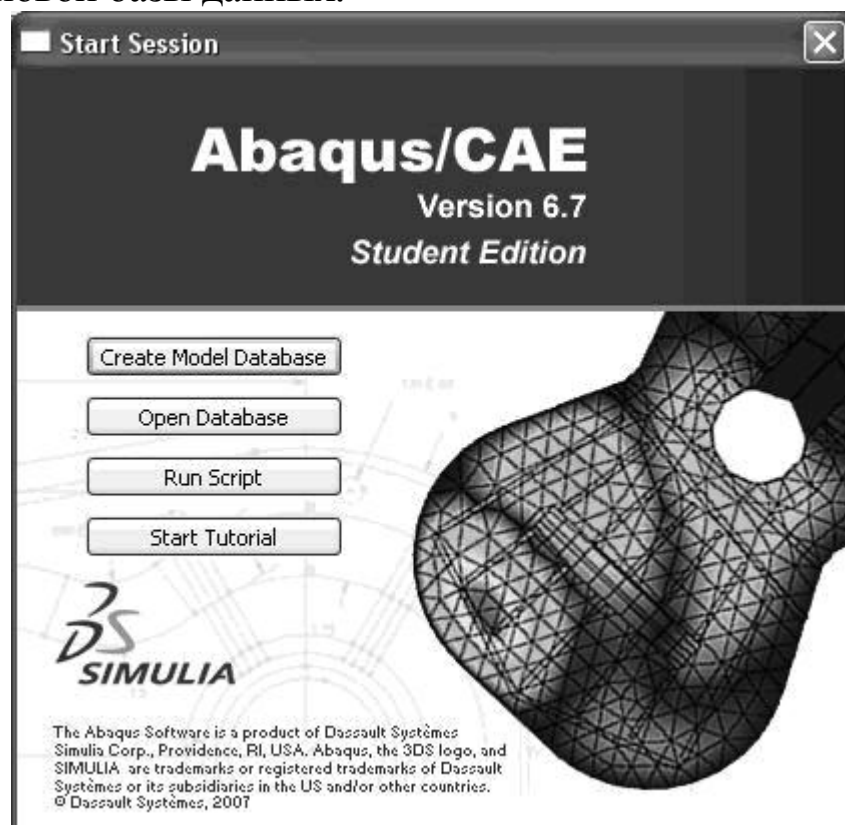


Рис.12.1. Стартовая страница комплекса Abaqus

Рассмотрим вариант запуска при отсутствии базы данных и для начала работы выберем опцию Create Model DataBase.

Как видно из рис. 13.2, начальная страница диалога выглядит довольно сложным образом и допускает большое количество вариантов дальнейших процедур. Выберем одну из возможных последовательностей действий.

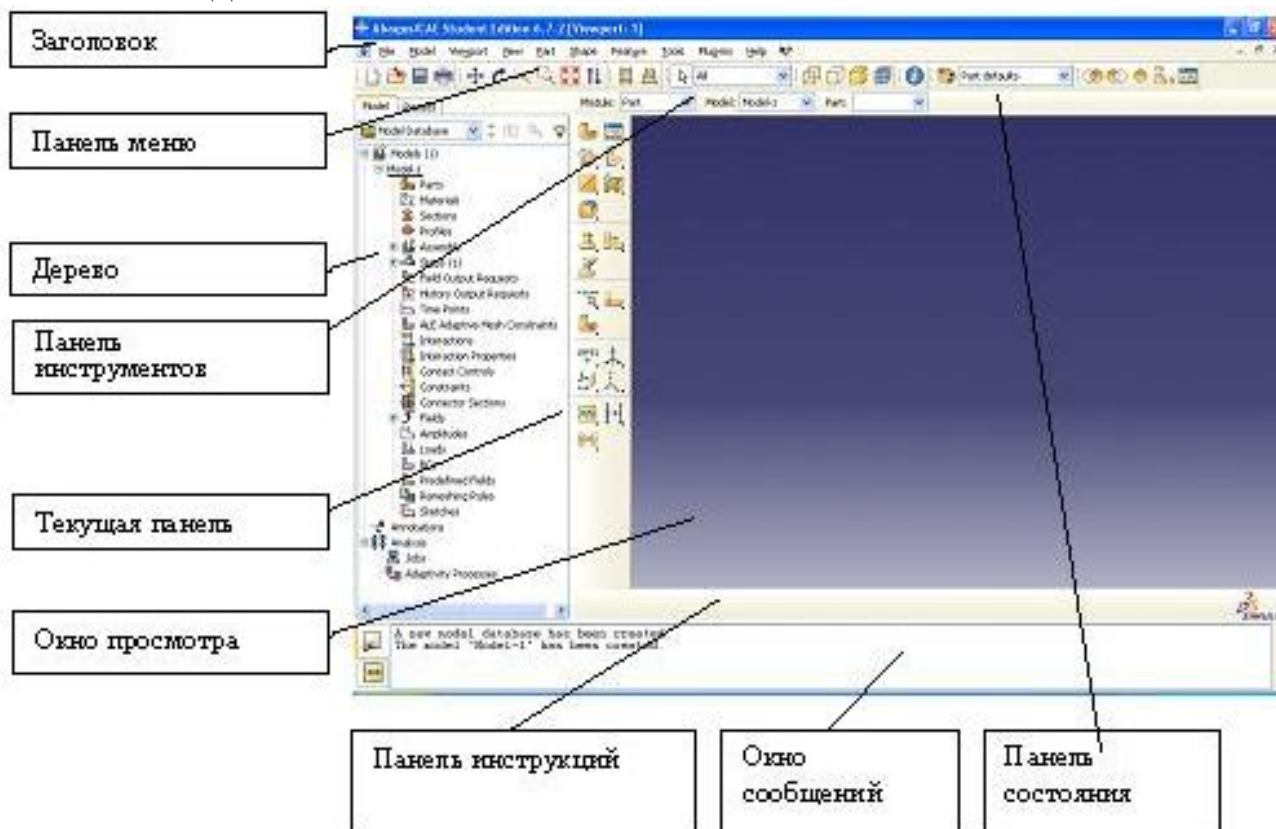


Рис. 12.2. Представление окна постановки задачи

Программный комплекс Abaqus для решения задач использует понятие модулей, каждый из которых содержит некоторый набор действий, близких по значению и необходимых для построения конечно-элементной модели и дальнейших операций с ней. Это упрощает и делает более наглядной работу в Abaqus.

Представление о модульном построении постановки задачи дает набор компонент, представленных в окне Module. В нем представлены следующие модули:

- **PART** – модуль, предназначенный для создания деталей, задания их геометрии, опорных точек и систем координат;

- **PROPERTY** – модуль, предназначенный для определения материалов и сечений, применяемых в модели, а также для задания их физических характеристик;
- **ASSEMBLY** – модуль, предназначенный для задания взаимного расположения деталей и сборки их в единую модель;
- **STEP** – модуль, предназначенный для создания шагов расчета и определения выходных данных по результатам;
- **INTERACTION** – модуль, предназначенный для определения взаимодействий между деталями, контактных участков и их свойств;
- **LOAD** – модуль, предназначенный для создания нагрузок, прикладываемых к модели, а также начальных и граничных условий для нее;
- **MESH** – модуль, предназначенный для построения сетки, фактически в нем происходит преобразование геометрической модели в конечно-элементную;
- **JOB** – модуль, предназначенный для создания файла выходных данных, проверки построенной модели, запуска вычислительного процесса и контроля над ним;
- **VISUALIZATION** – модуль, предназначенный для просмотра результатов расчета и обработки полученных данных;
- **SKETCH** – модуль, предназначенный для сохранения эскизов и чертежей полученной модели.

Такой же модульный принцип отражен в дереве модели, размещенном слева в окне постановки задачи (см. рис. 12.3).

Решение задачи можно начать переходом через окно Module в модуль PART.

В качестве примера использования комплекса рассмотрим расчет матрицы для прессования круглого прутка, имеющей габариты, показанные на рис. 12.4, и нагруженной на рабочем торце напряжениями сжатия величиной $p = 500$ МПа. Вопрос состоит в том, насколько напряжения будут изменяться по сечению матрицы в связи с наличием калибрующего пояса и при использовании различных вариантов закрепления матрицы в матрицедержателе.

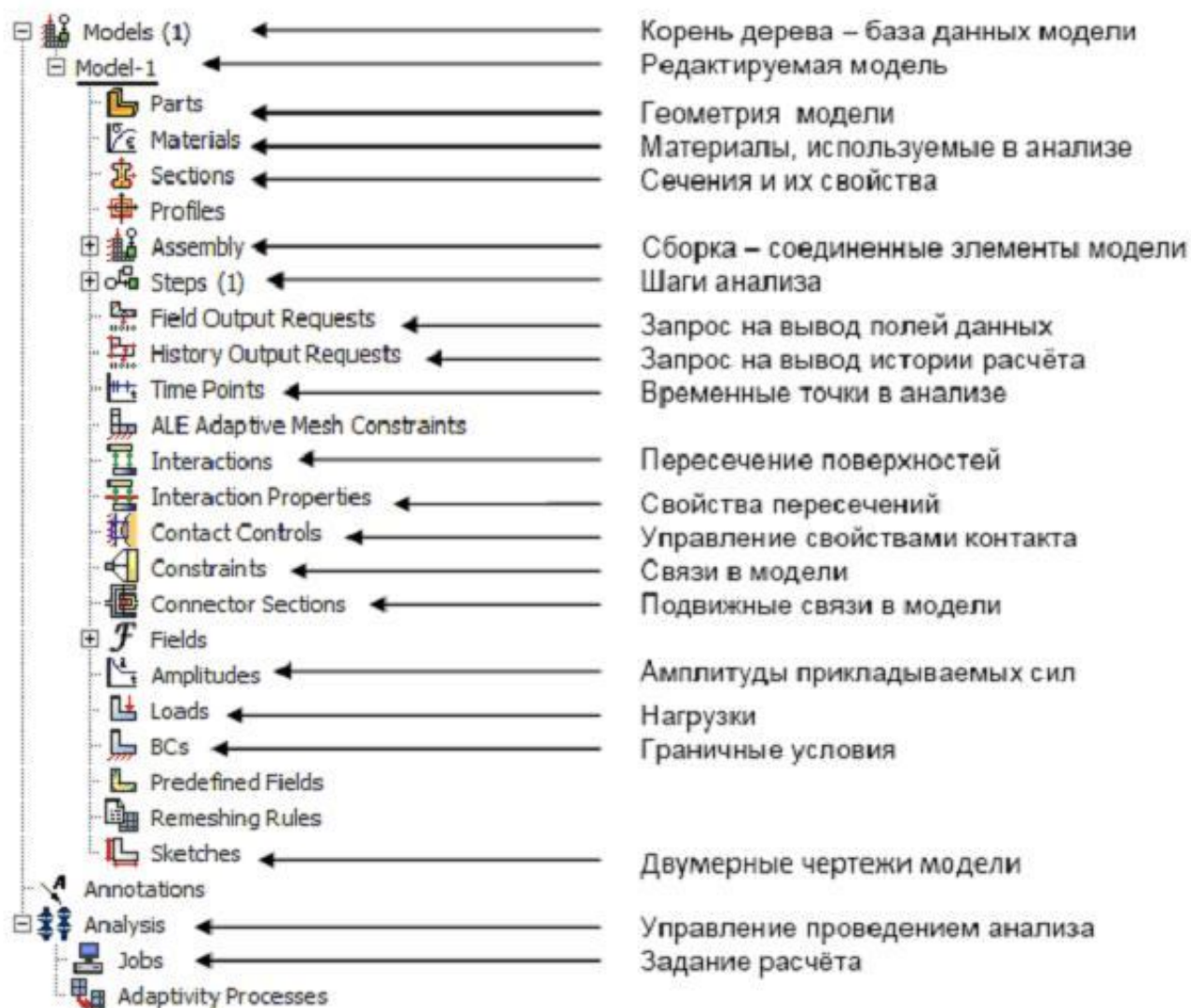


Рис. 12.3. Дерево модели

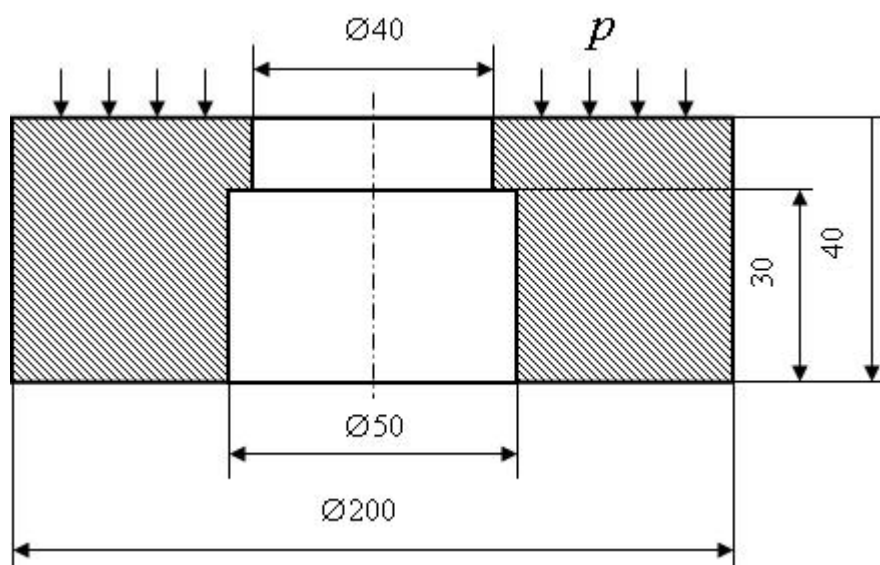


Рис. 12.4. Эскиз детали «матрица»

Первый этап – создание детали, для этого следует нажать кнопку Create Part на текущей панели или дважды щелкнуть мышью на опции Parts на дереве модели (рис. 12.5).

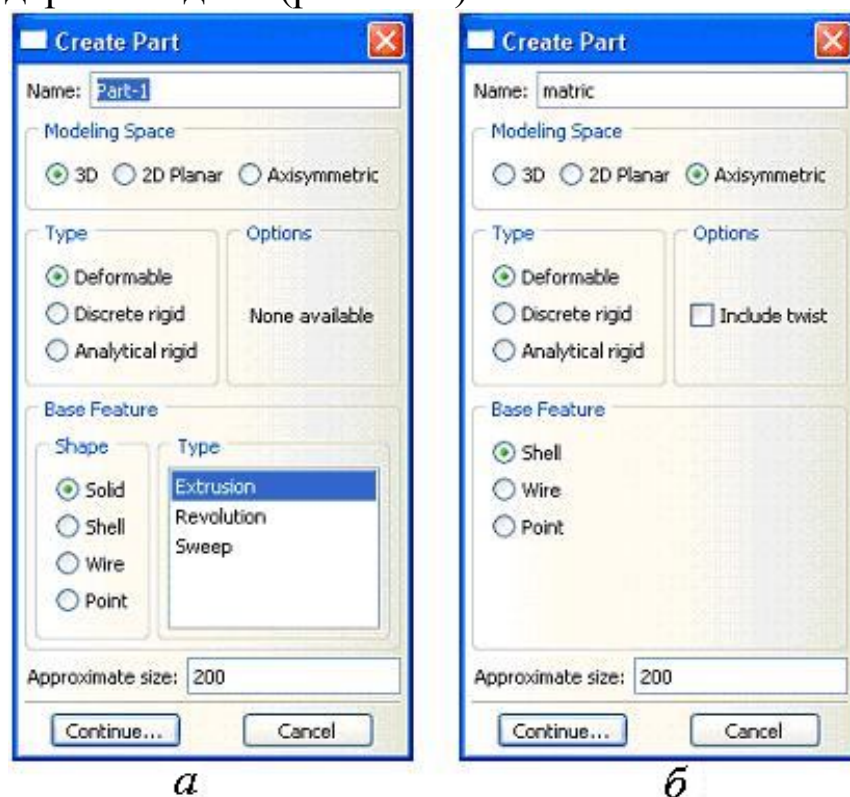


Рис. 12.5. Окно создания детали: первоначальное - а, после ввода информации - б

В окне Create Part необходимо сообщить класс детали: Axisymmetric (осесимметричная), имя детали: matric, тип материала – deformable, базовое отображение shell, приблизительный максимальный размер: 200 мм. После нажатия кнопки Continue в окне просмотра появится координатная сетка с вертикальной осью. Для осесимметричной постановки задачи эта ось является осью симметрии, поэтому в последующем построении обрисовывается в первом квадранте только правая половина детали, характеризующаяся высотами и текущими радиусами в цилиндрической системе координат.

Построить профиль детали можно выбором опции Create Lines: Connected на текущей панели. В окне просмотра появится курсор, который можно перемещать по полю координат и помечать контрольные точки контура. Второй и более точный способ: указывать координаты точек контура в окне панели инструкций. Для данной детали соответственно это будет набор координат шести точек контура

в последовательности: 25, 0; Enter; 100, 0; Enter; 100, 40; Enter; 20, 40; Enter; 20, 30; Enter; 25, 30; Enter; Done. Результатом действий является построение контура в окне просмотра (рис.13.6).

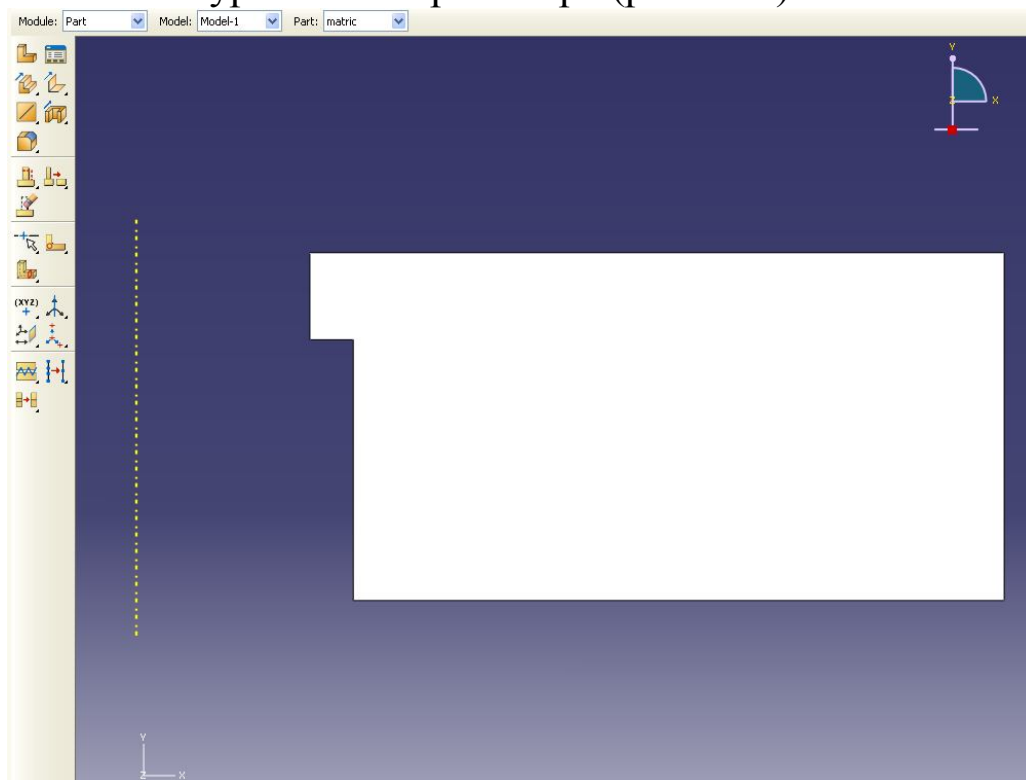


Рис. 12.6. Профиль детали matric

Теперь база данных содержит набор первоначальных сведений, поэтому целесообразно сохранить информацию в меню File опцией Save под именем matric в директории abaqjob (рис. 12.7).

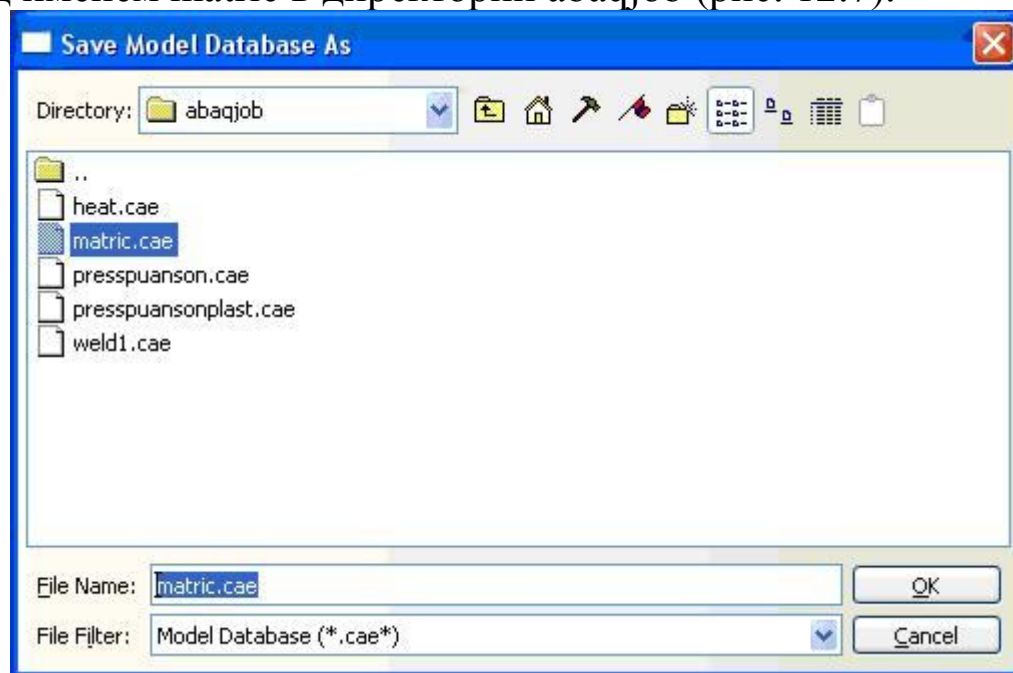


Рис.12.7. Сохранение базы данных

После построения контура и присвоения имени деталь *matric* существует в дереве модели (рис. 12.8).

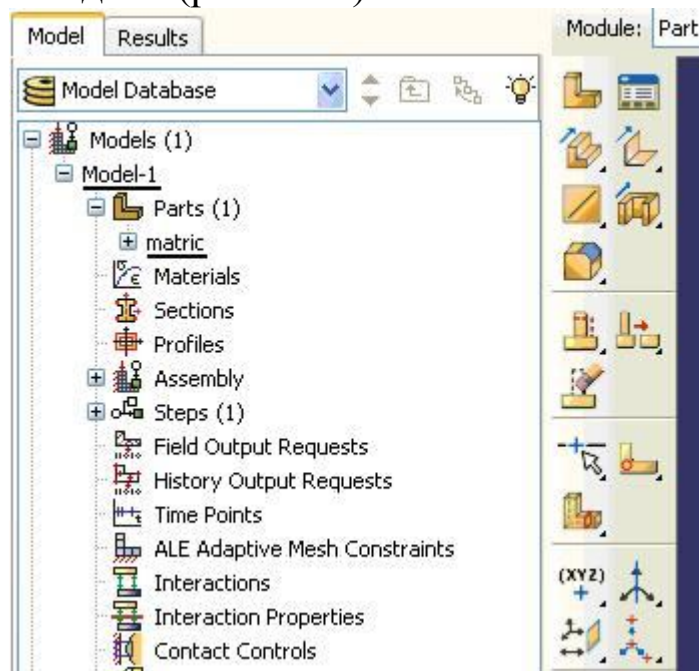


Рис. 12.8. Фрагмент дерева при наличии новой детали *matric*

Модель детали теперь необходимо снабдить свойствами. Для этого следует дважды нажать на клавишу мыши при установке указателя курсора на опцию *Materials*, после чего появится окно описания свойств материала (рис. 12.9). Матрицы изготавливают из жаропрочных сталей, поэтому в опции *Name* можно сообщить название материала *Hotsteel*. Вызовом опций *General – Density* появляется окно *Mass Density*, куда следует занести значение плотности стали 7800 (подразумеваемая размерность кг/м^3). При вызове опций *Mechanical – Elasticity – Elastic* появляется таблица с заголовками *Young's Modulus* и *Poisson's Ratio*, куда следует занести значения модуля Юнга (упругости) и коэффициента Пуассона, соответственно 210000 (подразумевается размерность МПа) и 0,3.

Характеристика сечения детали задается вызовом опции *Sections*, в результате чего появляется окно (см. рис. 12.10). Установки по умолчанию пригодны для данного случая решения: категория сечения *Solid* (твердое вещество) и тип *Homogeneous* (гомогенное состояние). После нажатия клавиши *Continue* появляется окно редактирования сечения (см. рис. 12.11). Если материалов в базе данных

несколько, то здесь можно указать марку применяемого материала в данном сечении.

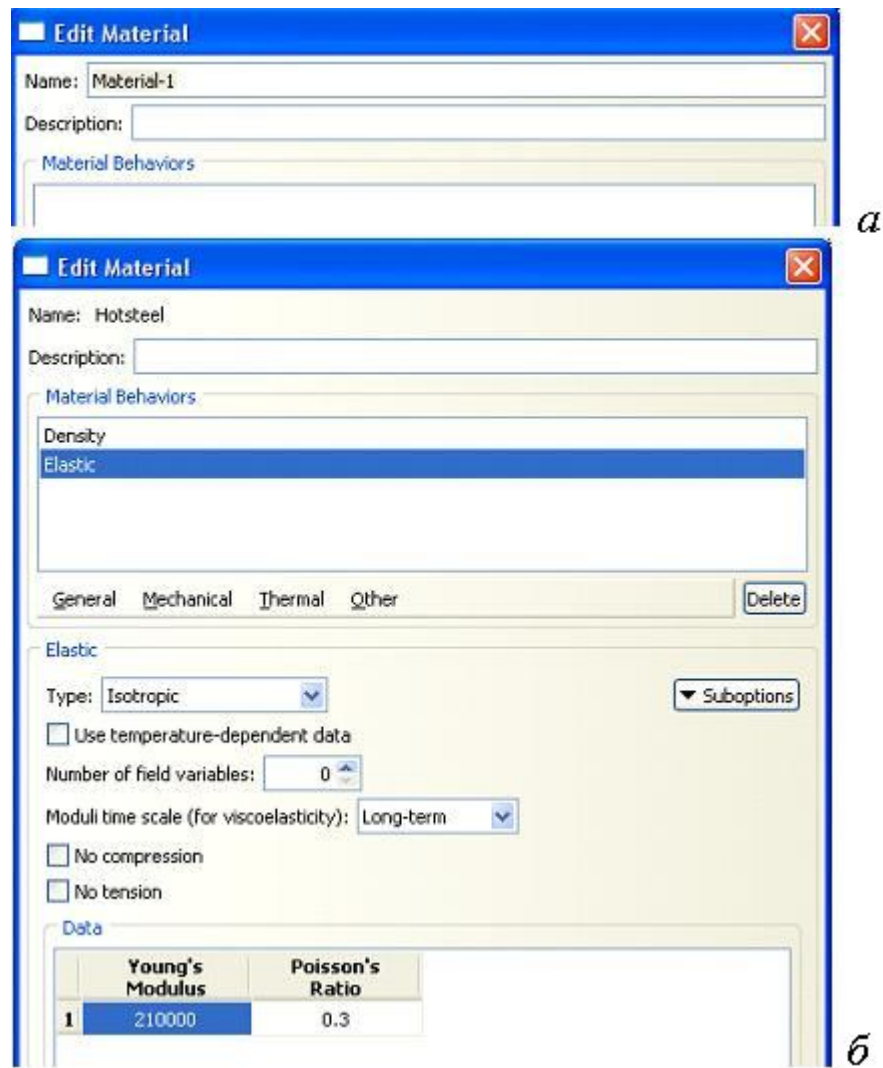


Рис. 12.9. Окно редактирования свойств материала до заполнения - а и после него - б



Рис. 12.10. Окно создания сечения



Рис. 12.11. Окно редактирования сечения

При продолжении диалога появится окно наделения свойств материала выбранному сечению (рис. 12.12).



Рис. 12.12. Окно редактирования названия сечения

Нажатием клавиши ОК следует подтвердить правильность выбора.

Далее следует использовать кнопку Assign Section в текущей панели инструментов, либо команды меню Assign-Section. С помощью мыши надо указать на деталь (она будет выделена красным цветом) и нажать на кнопку Done.

Модуль Assembly, служит для создания привязок (ссылок на детали) и объединения деталей в сборки. Несмотря на то, что в данной модели всего одна деталь, сборку все равно необходимо сформировать. В дереве модели следует раскрыть элемент Assembly и, дважды нажав на кнопку Instances, вызвать окно Create Instances, либо воспользоваться командами меню Instance-Create.

Появится окно со списком готовых деталей Parts, для нашего случая нагружения это деталь ruanson – она будет выделена конту-

ром красного цвета в окне просмотра. Существует два варианта разбивки конечно-элементной сетки: на каждой детали (Dependent) и для сборки в целом (Independent). Можно оставить опцию по умолчанию (Dependent), как это сделано на рис. 12.13, но следует не забыть, что сетку придется наносить на деталь. После задания свойств сборки цвет контура детали сменится с красного на синий.

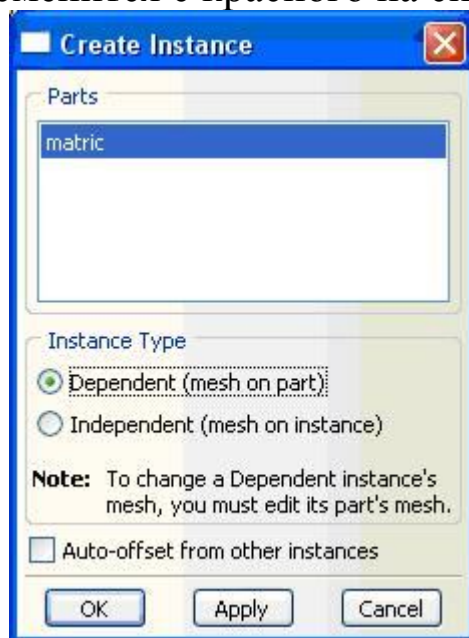


Рис. 12.13. Окно создания сборки

Выбор шагов анализа осуществляется модулем Step. Здесь задаются шаги анализа, определяются тип анализа – основной анализ (General) или анализ линейных возмущений (Linear Perturbation Step) и тип решения (статика, динамика, теплопередача и т. п.). Комплекс ABAQUS представляет собой пакет программ и использует разные решатели в зависимости от постановки задачи, поэтому необходимо определить, каким именно решателем выполняется решение.

В дереве модели следует дважды нажать на кнопку Steps. Возникнет окно Create Step, в котором уже указан начальный шаг расчета Initial. Следует задать следующий шаг Static, General (см. рис. 12.14).

Нажатием на кнопку Continue вызывается окно редакции шага расчета Edit Step, где следует активировать опцию нелинейного анализа, указав *Nonlinear* = On (см. рис. 12.15).

В задачах статике и динамики модуль LOAD задает граничные условия. Для их указания в меню опцию Loads и после двойного нажатия клавиши мыши вызвать окно Create Load (см. рис. 12.16.).

Здесь следует указать категорию задачи: Mechanical, а также тип нагрузки: Pressure.



Рис. 12.14. Окно создания шага

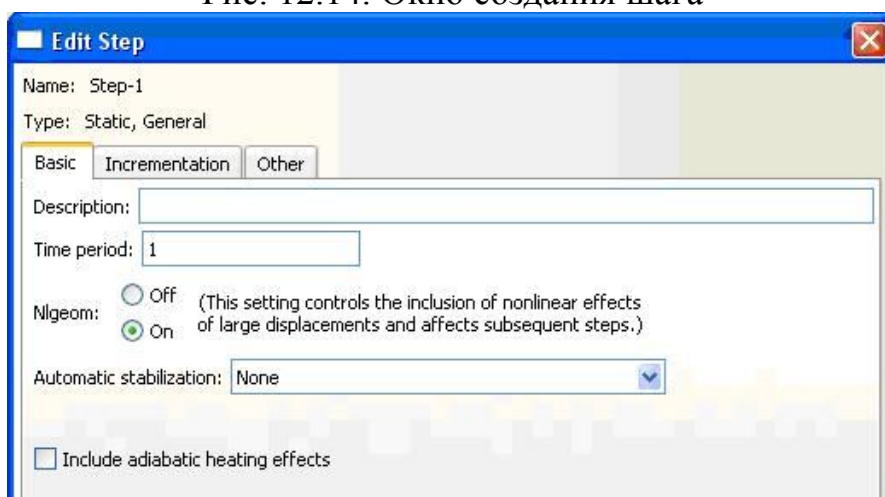


Рис. 12.15. Окно редактирования шага

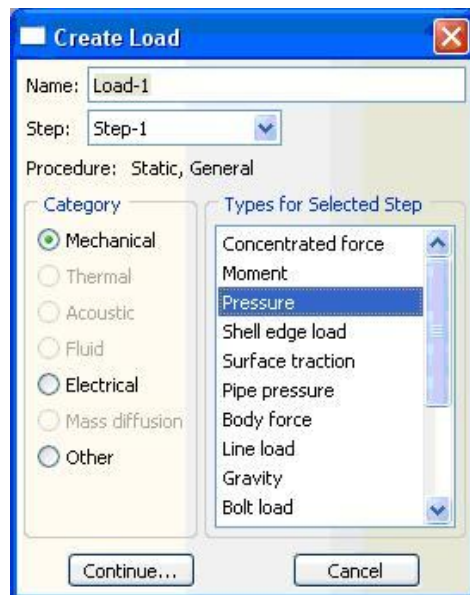


Рис. 12.16. Окно создания вида нагрузки

После нажатия клавиши Continue передача управления переходит к окну просмотра и панели инструкций. Указателем мыши на рисунке детали следует отметить поверхность, на которой задается действие напряжений: это верхний торец матрицы. После щелчка мыши цвет этой поверхности изменяется с синего на красный, а указатель мыши надо перевести на опцию Done на панели инструкций. Появится окно редактирования нагрузки Edit Load (рис. 12.17), в котором указывается значение Magnitude, равное 500 (имеется в виду размерность в МПа). Поскольку задается именно давление, то знак числа – с плюсом.

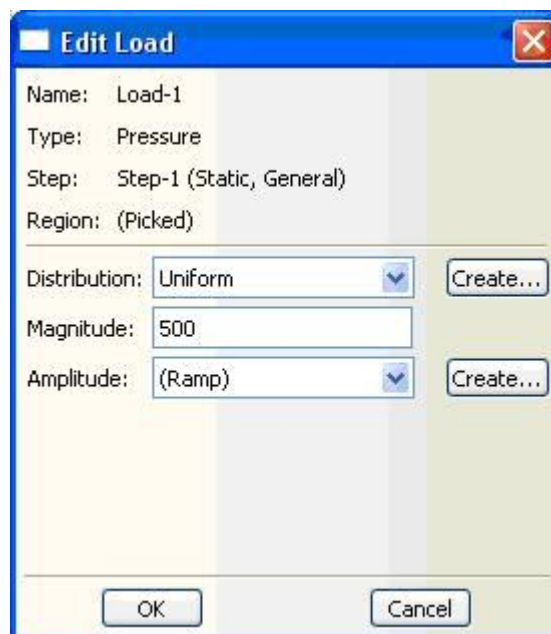


Рис. 12.17. Окно задания нагрузки

Граничные условия по закреплению противоположного торца матрицы задаются опцией BCs, расположенной рядом с предыдущей записью. После обращения к опции появится окно создания граничных условий (см. рис. 12.18), в котором указывается категория граничных условий: Mechanical и тип: Symmetry/Antisymmetry/Encastre.

После нажатия клавиши Continue передача управления переходит к окну просмотра и панели инструкций. Указателем мыши на рисунке детали следует отметить поверхность, на которой задаются граничные условия: это нижний торец пуансона.

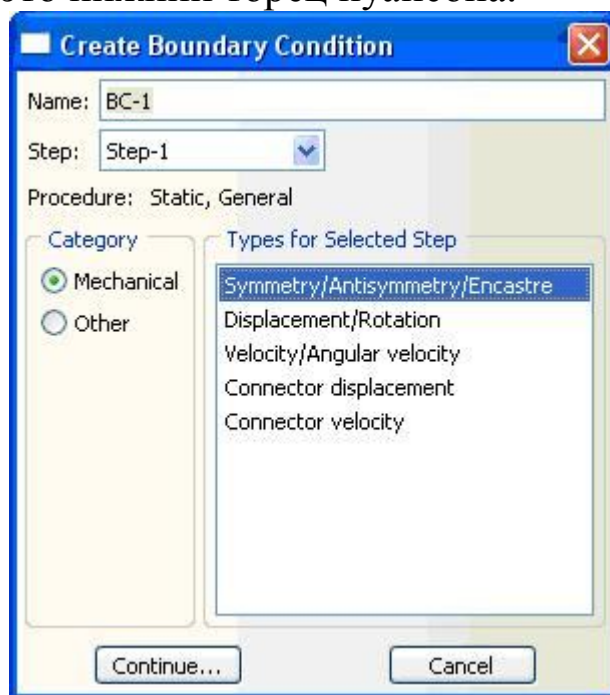


Рис. 12.18. Окно создания граничных условий

Цвет линии изменится на красный, после чего следует нажать на клавишу Done на панели инструкций.

Для условий жесткого закрепления нерабочего торца матрицы выбирается последняя в списке опция нулевых линейных и угловых перемещений ENCASTRE (рис. 12.19).

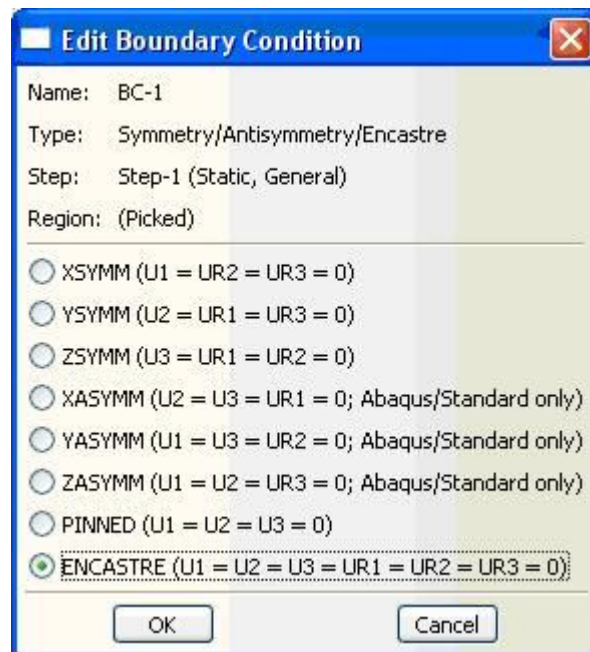


Рис. 12.19. Окно редактирования граничных условий

После задания нагрузки и вида граничных условий окно просмотра изменит свой вид (рис. 12.20). На контуре детали появятся стрелки, указывающие направления действия нагрузки. Граничные условия будут показаны значками закрепления, которые приняты в сопрягате.

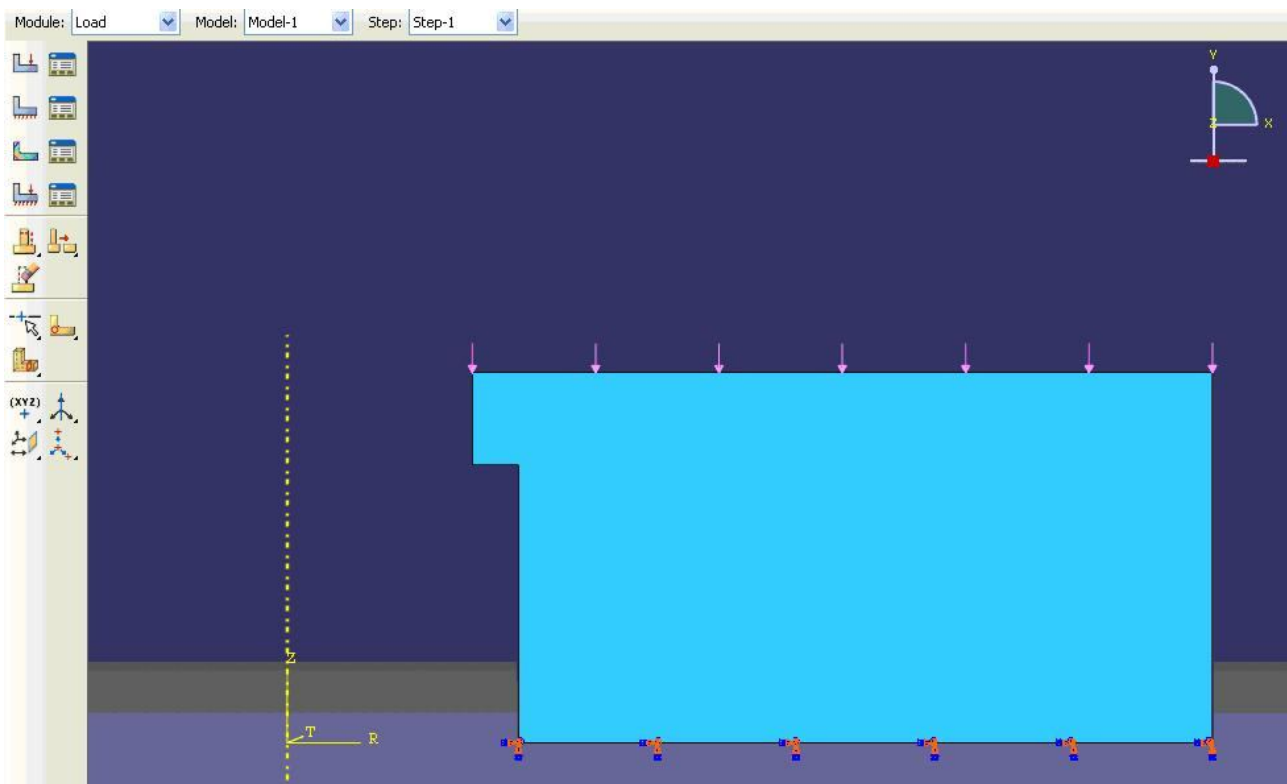


Рис. 12.20. Внешний вид окна просмотра после задания нагрузки и граничных условий

В Abaqus /CAE для создания сетки и ассоциации свойств конечных элементов с заданными свойствами предназначен модуль Mesh. В дереве модели следует сделать переход Parts-matric и раскрыть директорию этой опции. Одним из ее элементов является опция Mesh. В первоначальном положении она является пустой (Empty). При нажатии указателя мыши активируется модуль Mesh текущей панели. В окне просмотра деталь будет высвечена белым цветом.

Вначале производится разбивка внешнего контура детали. Для этого на текущей панели вызывается опция Seed Part и вызывается окно (см. рис. 12.21). При согласии с установками нажимается клавиша ОК.

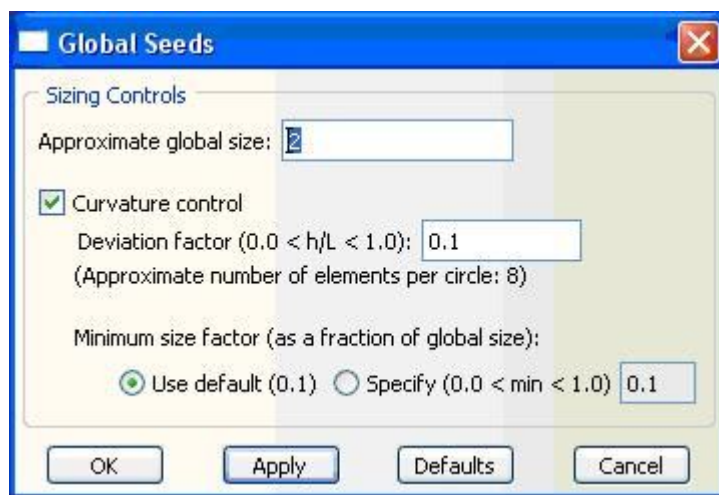


Рис. 12.21. Окно Global Seeds

На контуре детали появляются метки разбиений (рис. 12.22.). Нажатием клавиши Assign Mesh Controls на текущей панели вызывается меню типов сетки конечных элементов (см. рис. 12.23).

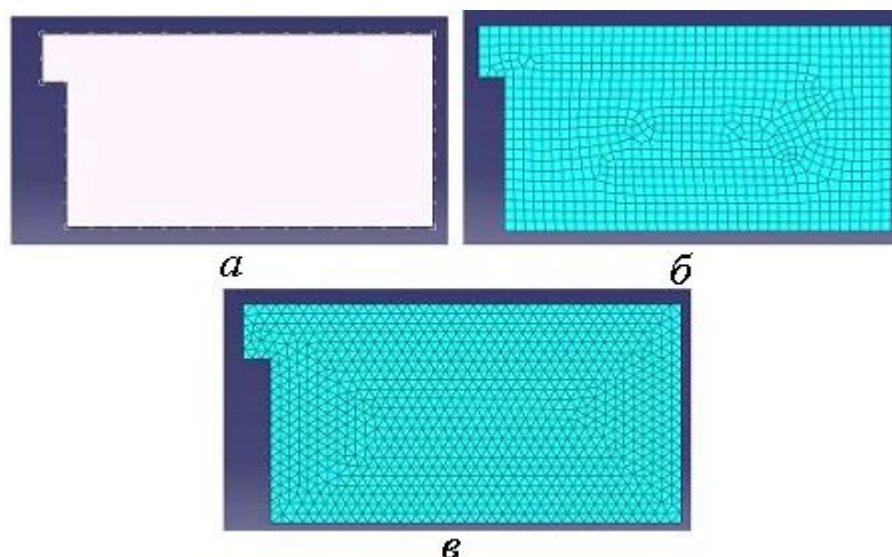


Рис. 12.22. Разбиение контура детали - а, построение сетки четырехугольных элементов - б и сетки треугольных элементов - в

По умолчанию установлен тип предпочтительно четырехугольной ячейки Quad Dominated. Такая сетка изображена на схеме последующей разбивки, рядом изображена сетка треугольных элементов. Их создание обеспечено нажатием клавиши Mesh Part на текущей панели. На панели инструкции появляется сообщение OK to mesh the part? Нажатием клавиши Yes подтверждается согласие на построение сетки.

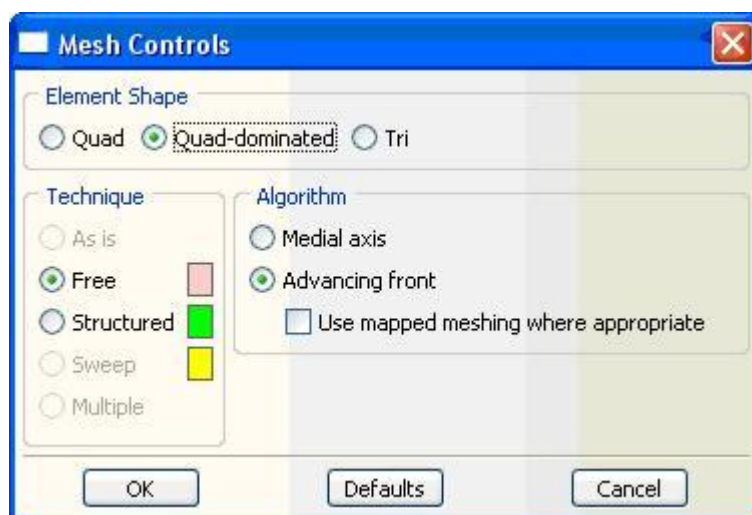


Рис. 12.23. Меню типов сетки конечных элементов

Опция Jobs в дереве модели позволяет сформировать задание для расчета. При обращении к ней возникает окно рис. 12.24 и при продолжении диалога происходит переход к окну редактирования заданий.

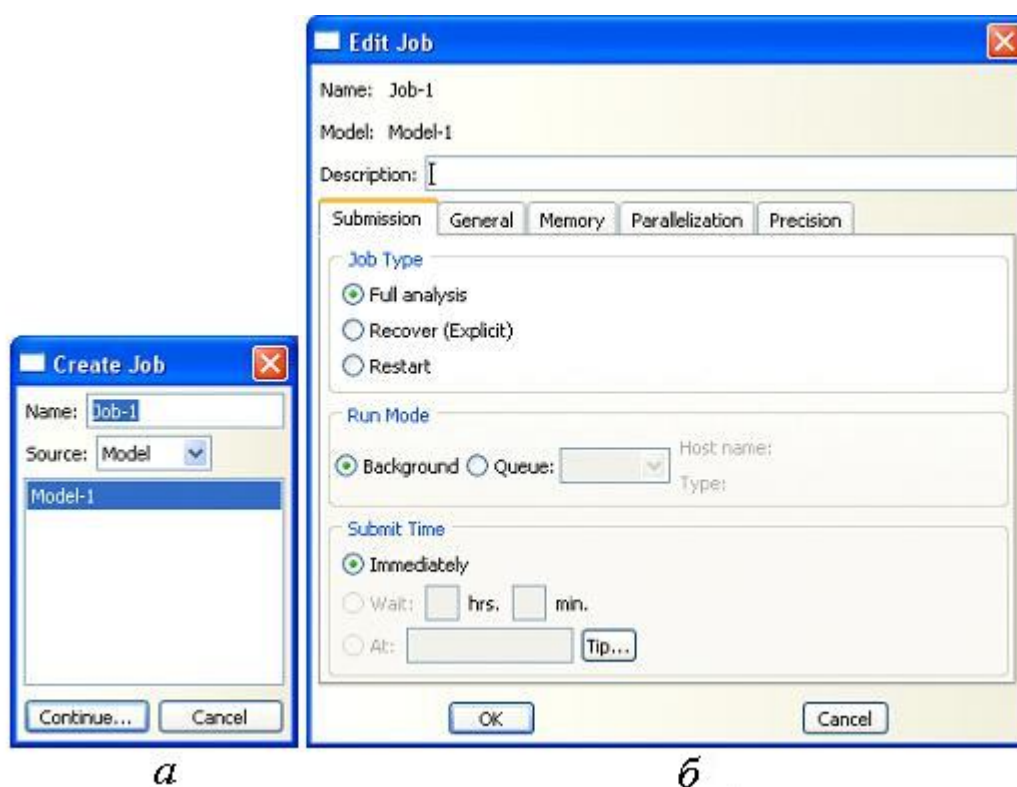


Рис. 12.24. Меню создания задания - *a* и редактирования задания - *б*

После завершения формирования задания вызывают опцию Job Manager на текущей панели. Появляется окно управления расчетами (см. рис. 12.25). Задачу запускают на счет нажатием клавиши Submit.

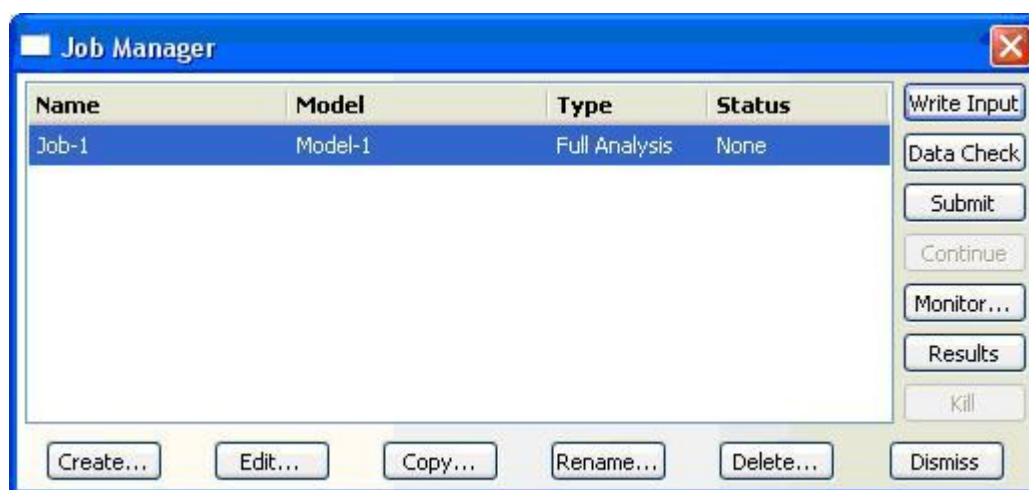


Рис. 12.25. Меню управления расчетом

Надпись Running в колонке Status говорит о работе процессора, появление термина Completed в этой же колонке означает окончание расчета. Записи в окне сообщений появляются по мере выполнения операций расчета (рис. 12.26).

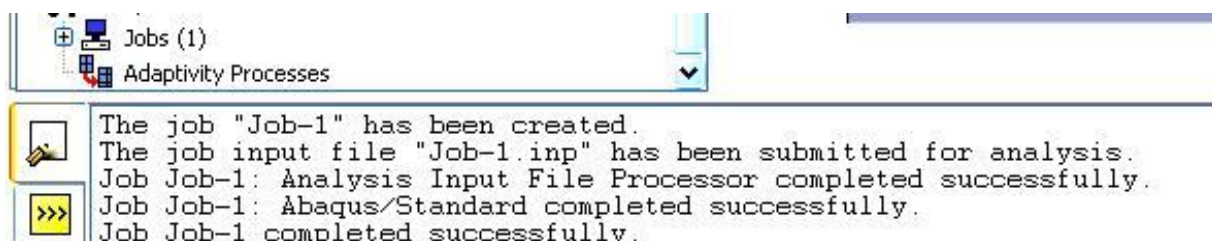


Рис. 12.26. Информация о выполнении программы в окне сообщений

Кнопка Results служит для просмотра результатов. Тот же результат достигается при вызове опции VISUALISATION на текущей панели. Кнопка Fast Plot Deformed показывает вид деформированной модели, кнопка Plot Undeformed возвращает исходную модель, кнопка Plot Contour отображает распределение по модели результирующей переменной, по умолчанию – напряжения по Мизесу, в виде градиций разных тонов (см. рис. 12.27).

Как видно из решения, напряжения локализованы вблизи калибрующего пояска матрицы. При давлении прессования 500 МПа наибольшее значение напряжения по Мизесу равно 950 МПа, т. е. примерно в два раза больше. Такой высокий уровень напряжения локализован непосредственно под калибрующим пояском матрицы и может явиться причиной разрушения.

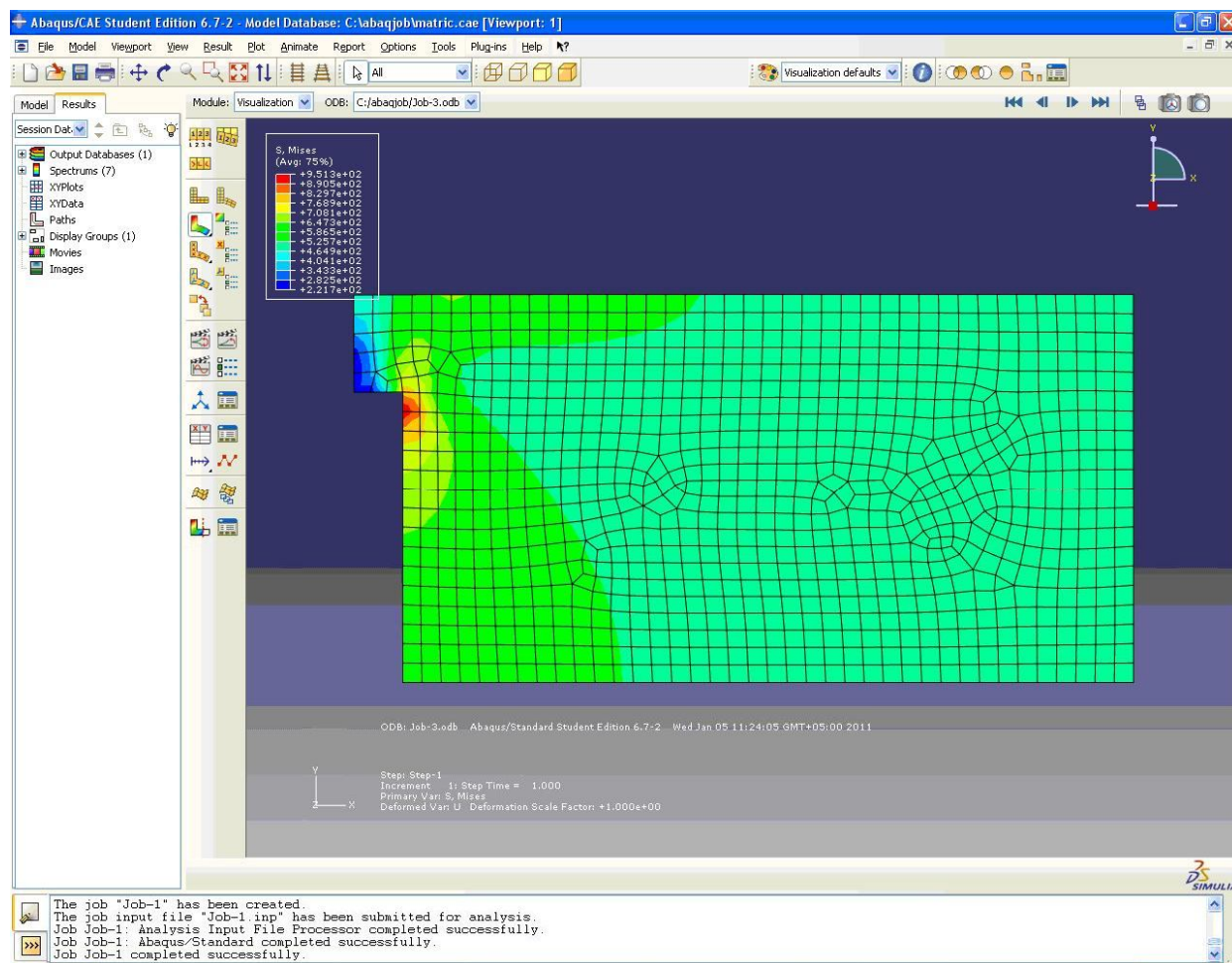


Рис. 12.27. Решение задачи в виде линий равного уровня интенсивности напряжений по Мизесу

Шрифт таблицы можно увеличить, используя последовательность вызова меню: Viewport - Viewport Annotation Options – Set Font (рис. 12.28).

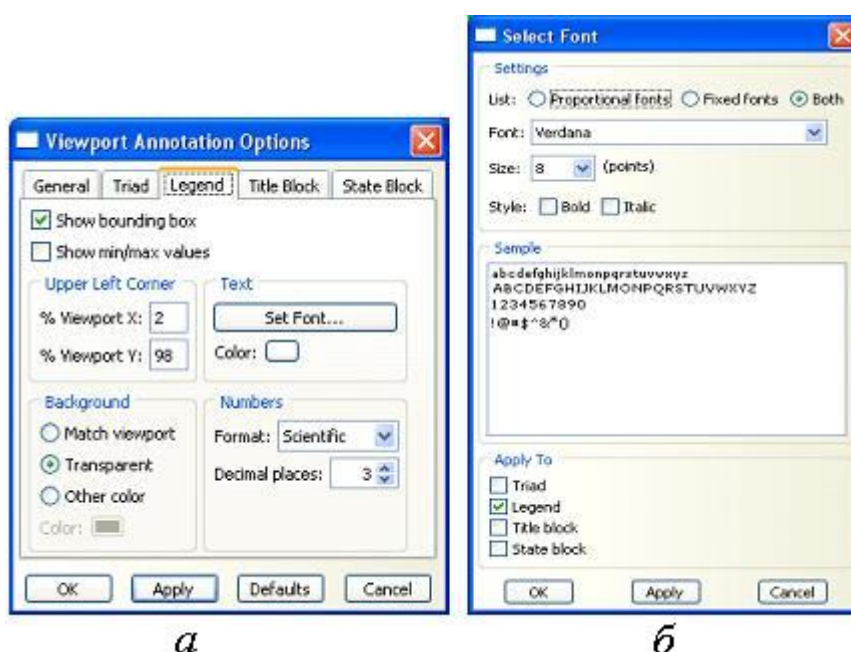


Рис. 12.28. Меню Viewport Annotation Options - *a* и Select Font - *б*

Кнопки в текущем меню продублированы одноименными командами в меню Plot. Распределение переменных задается командой меню Result-Field Output, в результате появляется окно Field Output (рис. 12.29.)

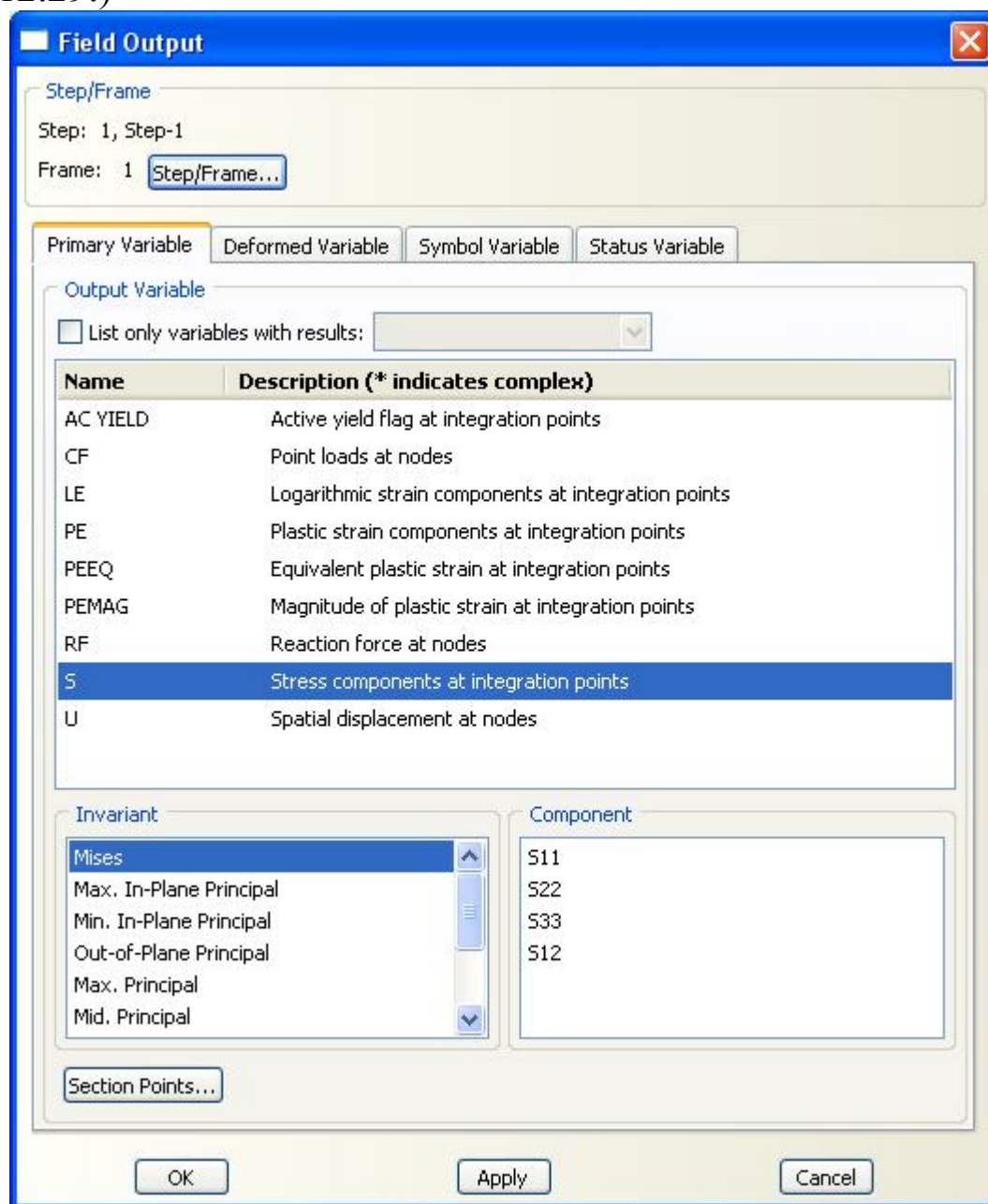


Рис. 12. 29. Окно управления выводом переменных

В окне появляется отображение списка классов переменных величин. Ниже его приводится список инвариантных параметров, а справа от этого списка приведены наименования самих переменных.

На рис. 12.30 приведено распределение напряжения σ_{zz} (S22), из которого видно, что граничное условие $\sigma_{zz} = \text{const} = -500$ МПа выполняется на верхнем торце матрицы.

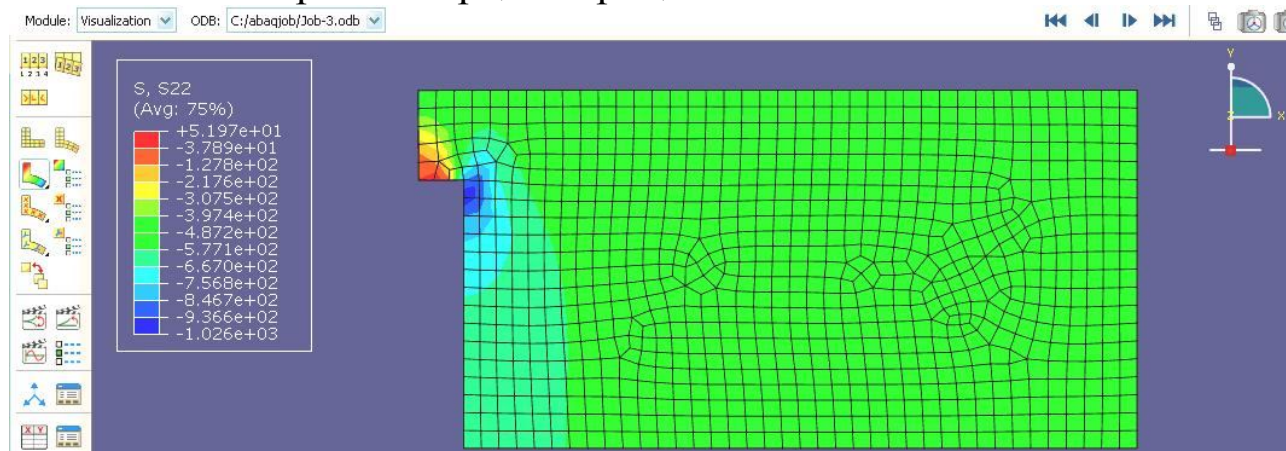


Рис. 12.30. Решение задачи в виде линий равного уровня осевых напряжений σ_{zz}

В отличие от предыдущей картины приведенное распределение показывает знак напряжения: оно может быть растягивающим и сжимающим. Относительно небольшое напряжение растяжения 52 МПа возникает на нижней кромке калибрующего пояска и значительное напряжение сжатия - 1026 МПа возникает под нижней кромкой калибрующего пояска.

Матрица является формообразующим инструментом и от изменения ее размеров под нагрузкой зависит точность получаемых изделий. Изменение конфигурации отверстия матрицы можно отследить с помощью перемещений, которые в программном комплексе обозначены как U (модуль вектора перемещений), $U1$ (радиальное перемещение в цилиндрической системе координат) и $U2$ (осевое перемещение). На рис. 12.31 приведено распределение модуля вектора перемещений.

Полученное решение показывает, что перемещения оказываются довольно большими: до 0,15 мм, причем их максимум локализован в области калибрующего пояска. Однако на изменение размера отверстия в матрице влияет не интегральное перемещение, а радиальное, которое отображено на рис. 12.32.

Полученное решение показывает, что радиальное перемещение изменяется от -0,015 мм на уровне калибрующего пояска до +0,736 мм на внешнем контуре матрицы. Оказывается, что изменение радиуса ка-

нала матрицы достаточно невелико – всего 15 мкм, но настораживает тот факт, что положительное радиальное перемещение внешнего контура оказывается большим. Встает вопрос, что произойдет, если перемещение внешней границы матрицы приравнять нулю, что в реальных производственных условиях означает плотную посадку матрицы в матрицедержателе.

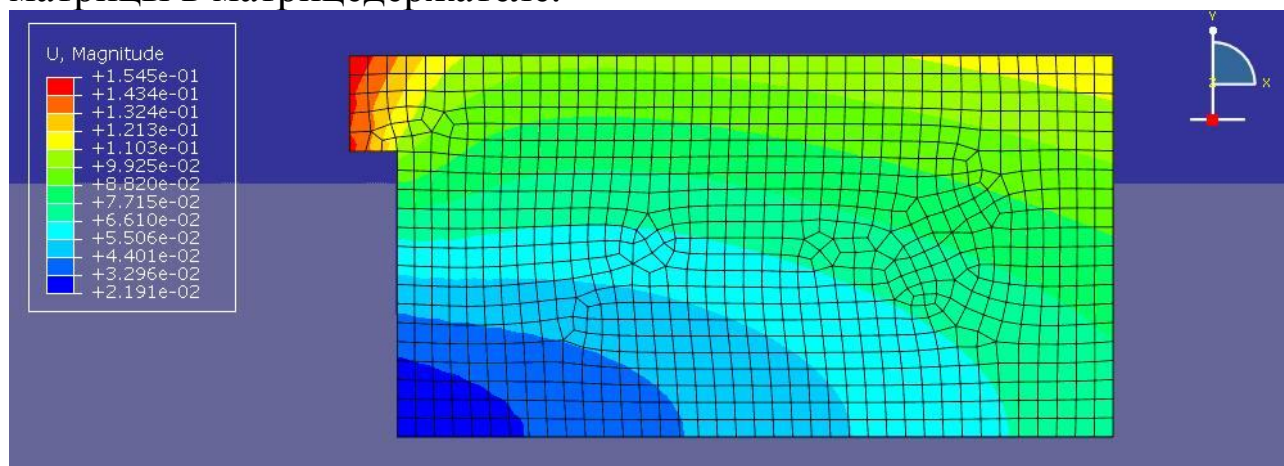


Рис. 12.31. Решение задачи в виде линий равного уровня модуля вектора перемещений

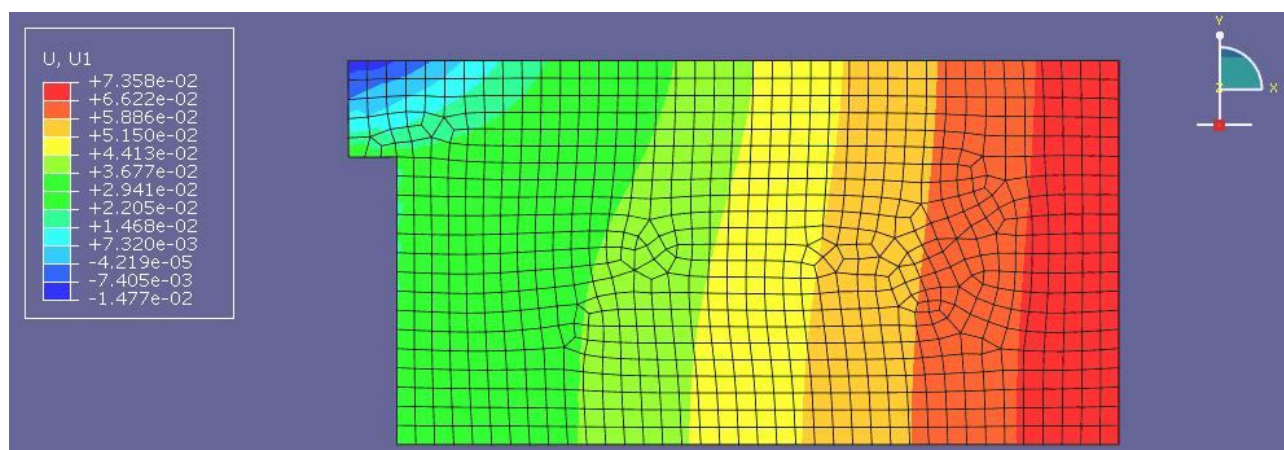


Рис. 12.32. Решение задачи в виде линий равного уровня радиального перемещения

Для решения этой задачи необходимо вернуться к заданию граничных условий в модуле Load-Boundary Condition Manager. После нажатия кнопки Create возникнет меню Create Boundary Condition, в котором следует выбрать опцию Displacement/Rotation (см. рис. 12.33, а). После нажатия кнопки Continue стрелкой мыши следует указать на правую границу контура матрицы и нажать кнопку Done, после чего появится меню Edit Boundary Condition (см. рис. 12.33, б),

где следует приравнять нулю горизонтальную компоненту вектора перемещений $U1 = 0$, затем нажать кнопку ОК.

В результате получим два типа граничных условий BC-1 и BC-2, отраженных на рис. 12.34.

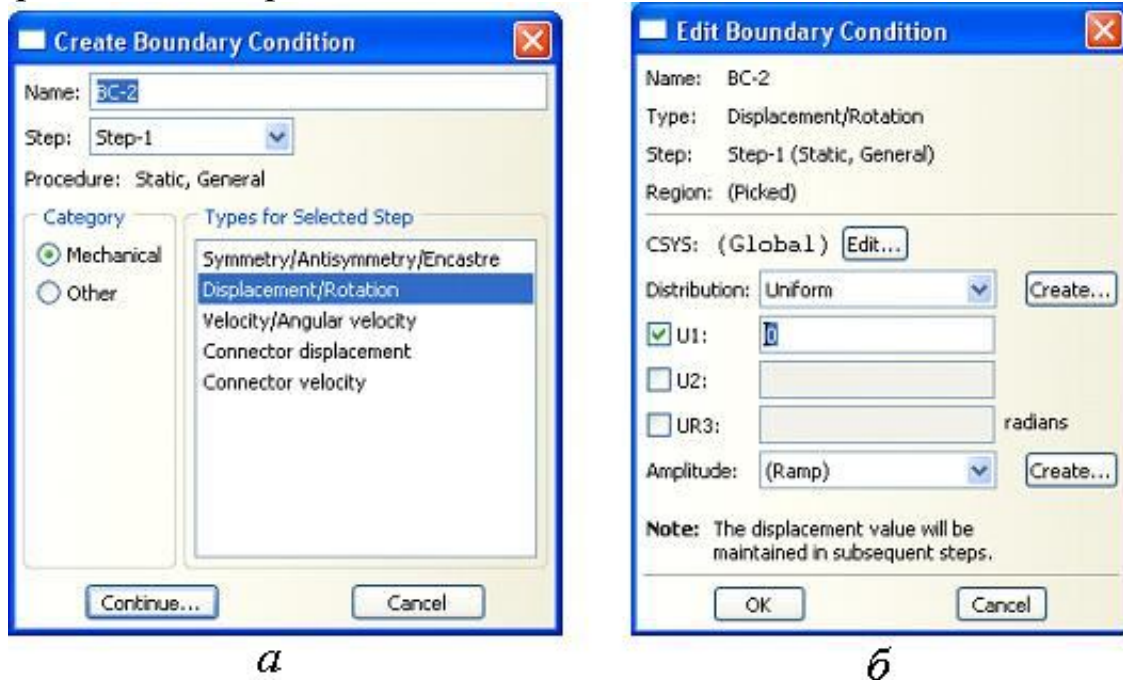


Рис. 12.33. Создание новых граничных условий(а) и их редакция (б)

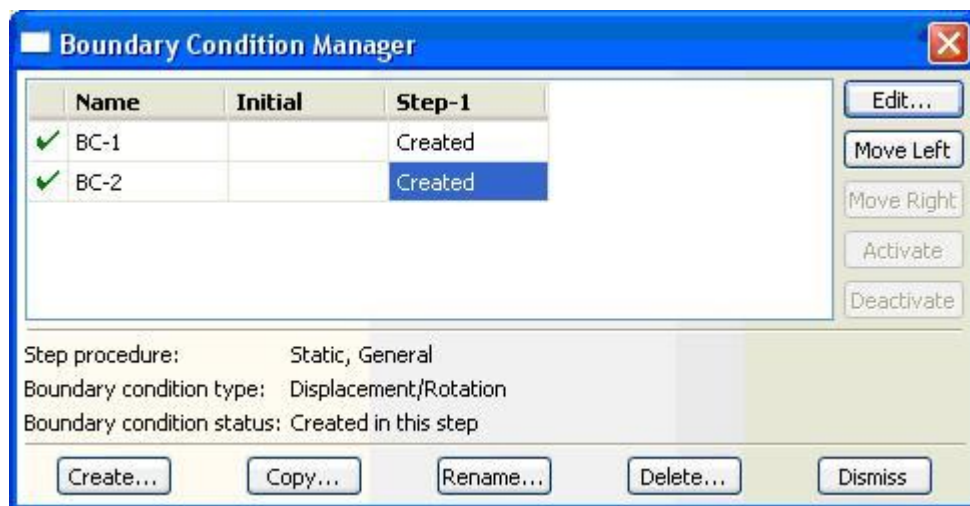


Рис. 12.34. Изменение граничных условий

После запуска задачи на счет получим новое решение. На рис. 12.35 приведено распределение интенсивности напряжений по Мизесу, из которого видно, что максимум напряжений снизился с 950 МПа до

830 МПа, при этом картина распределения стала иной. В частности, снижен уровень напряжений в правой нижней части матрицы.

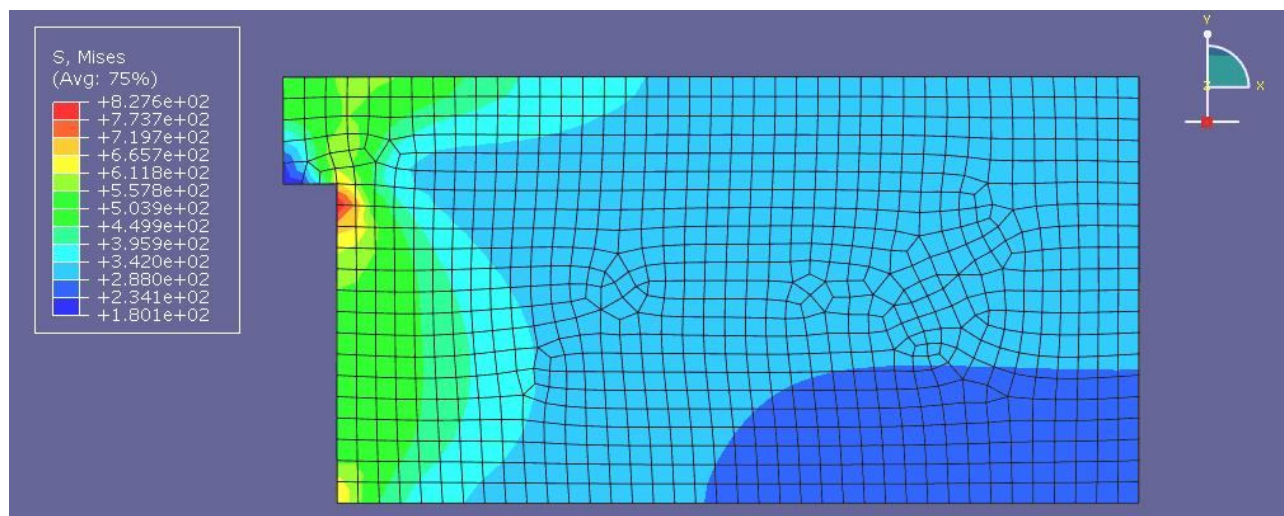


Рис. 12.35. Решение задачи в виде линий равного уровня интенсивности напряжений по Мизесу при закреплении внешнего контура матрицы

Однако особенно большие изменения в этом варианте расчетов характерны для поля перемещений (рис.12.36).

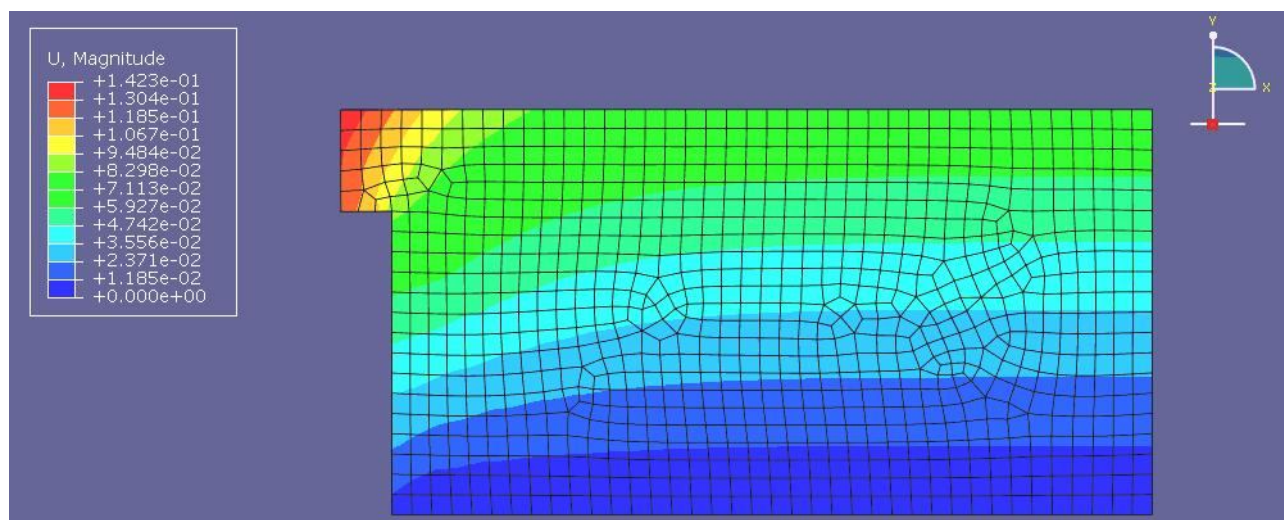


Рис. 12.36. Решение задачи в виде линий равного уровня перемещений при закреплении внешнего контура матрицы

При этом максимум перемещений остался примерно на том же уровне (около 0,14 мм) и он локализован вблизи калибрующего пояса матрицы. Радиальное перемещение в сторону уменьшения диа-

метра канала матрицы оказалось на уровне $-0,055$, что больше предыдущего ($-0,015$ мм) примерно в четыре раза (рис. 12.37).

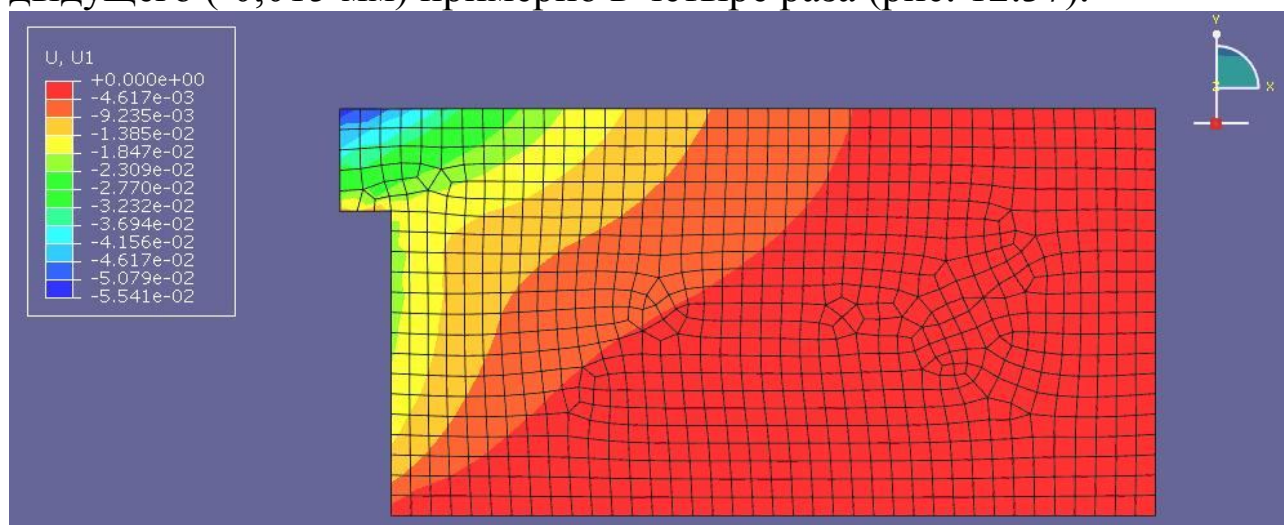


Рис. 12.37. Решение задачи в виде линий равного уровня радиальной компоненты перемещения при закреплении внешнего контура матрицы

Соответственно изменение диаметра изделия при нагружении матрицы произойдет на $-0,11$ мм, что является ощутимой величиной относительно существующей системы допусков.

Следует отметить, что, как видно из рисунка, такое большое изменение размера касается верхней кромки калибрующего пояска. Чтобы уменьшить эффект этого явления, канал матрицы следует выполнять конической формы с малой величиной угла наклона образующей. Этот прием иногда применяется в практике прессового производства.

Закрепление нижнего торца матрицы на всем его протяжении в режиме Encastre (без линейных и угловых перемещений) является допущением. Можно рассмотреть другой вариант закрепления, часто возникающий в производственных условиях. Матрицу часто опирают на кольцевую поверхность, например, матрицедержателя или подкладного кольца не на всей площади, как это показано на рис. 12.38.

Из рисунка видно, что нижняя поверхность матрицы является, в основном, свободной и имеет возможность прогиба. Необходимо определить, насколько опасной является такая ситуация из-за появления чрезмерных напряжений.

Этот вариант решения задачи следует начать с изменения описания конфигурации сечения матрицы. Для этого в дереве модели следует пройти по следующему пути: Model-1-matric-Features-Shel planar-Section Sketch (двойной щелчок). На экране белый цвет детали сменит-

ся на серо-голубой. Режим Section Sketch (эскиз сечения) позволяет вносить изменения в чертеж детали.

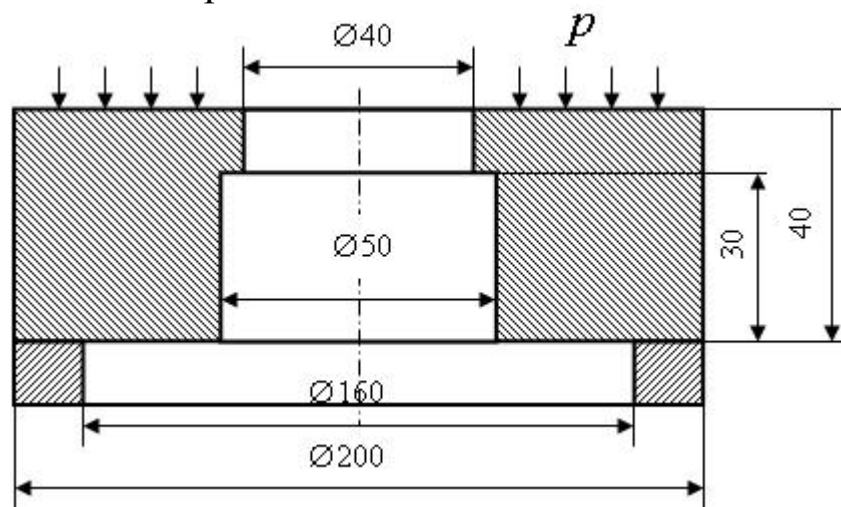


Рис. 12.38. Схема опоры матрицы на подкладное кольцо

На текущей панели следует найти кнопку Auto-trim (резка), указатель мыши следует разместить на координате 80,0 и нажать на левую клавишу мыши. Контур нижнего торца матрицы будет разрезан на два отрезка и появится дополнительная контрольная точка (она помечена как «o»), благодаря этому появится возможность ввести дополнительное граничное условие.

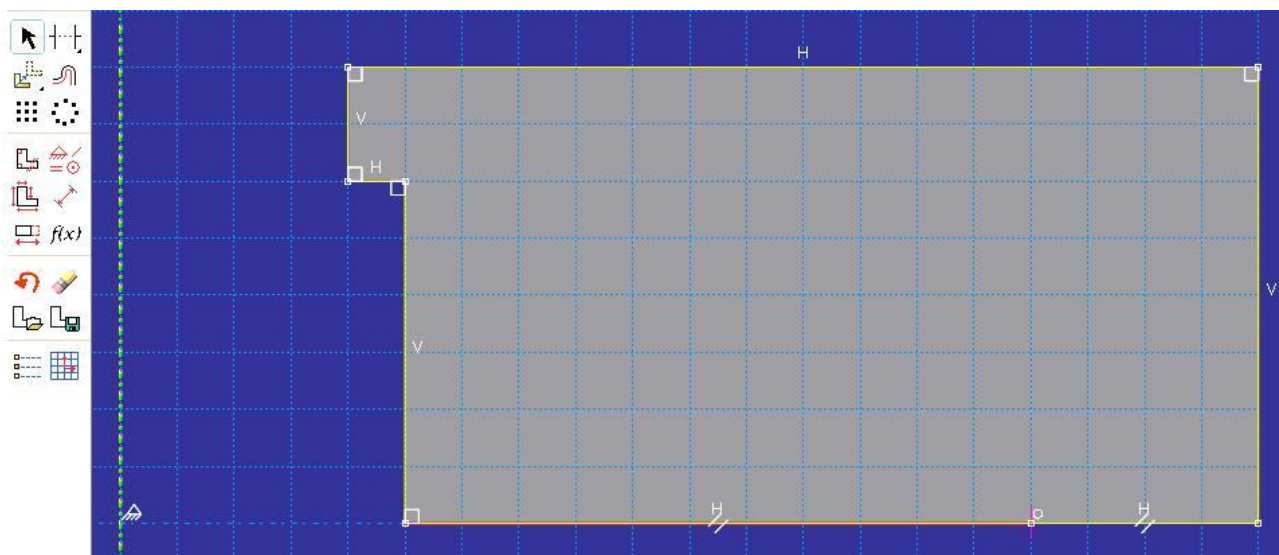


Рис. 12.39. Окно режима редактирования чертежа Section Sketch

После редактирования следует нажать клавишу Done. Появится сообщение, отображенное на рис. 12.40, о необходимости регенерации чертежа, в ответ следует нажать клавишу ОК.



Рис. 12.40. Предупреждение о необходимости регенерации чертежа

Для дальнейшего выполнения этой процедуры необходимо перейти в дереве модели Model-1–matric к опции Features и нажать правую клавишу мыши, в результате появится меню (рис. 12.41), после чего следует выбрать опцию Regenerate и нажать левую клавишу мыши.

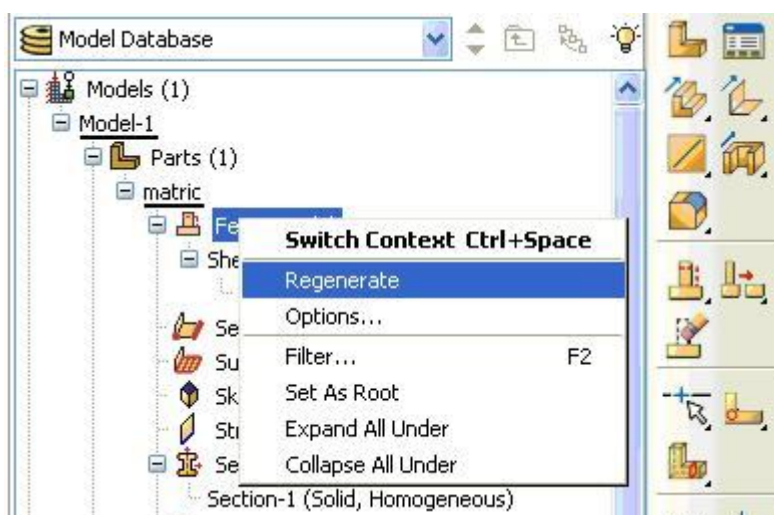


Рис. 12.41. Режим регенерации чертежа

Чертеж регенерирован с дополнительным разбиением контура. В модуле Load необходимо вызвать опцию Boundary Condition Manager, удалить старое граничное условие кнопкой Delete и нажать кнопку Create создания нового граничного условия. При появлении меню Create Boundary Condition изменить название граничного условия на BCring, выбрать опцию Displacement/Rotation и нажать кнопку Continue (рис. 12.42, а). Указателем мыши выделить правый отрезок нижнего контура матрицы (рис. 12.42, б), на котором будет действо-

вать граничное условие (цвет отрезка сменится на красный), нажать кнопку Done.

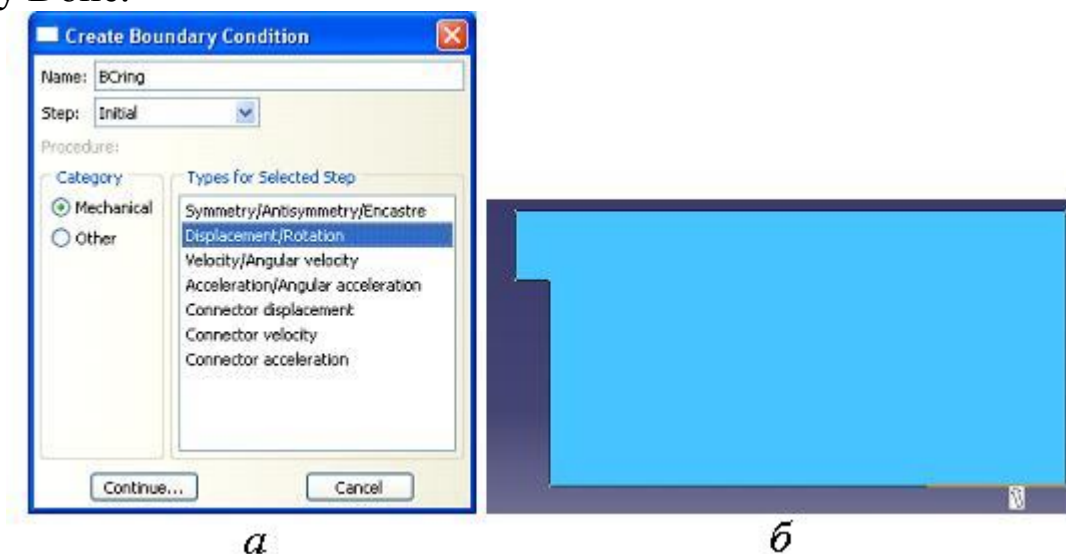


Рис. 12.42. Изменение граничного условия - а с указанием отрезка его действия - б

Новое граничное условие будет включать требование отсутствия вертикального перемещения матрицы в месте опоры ее на кольцо, поэтому $U_2 = 0$ (рис. 12.43).

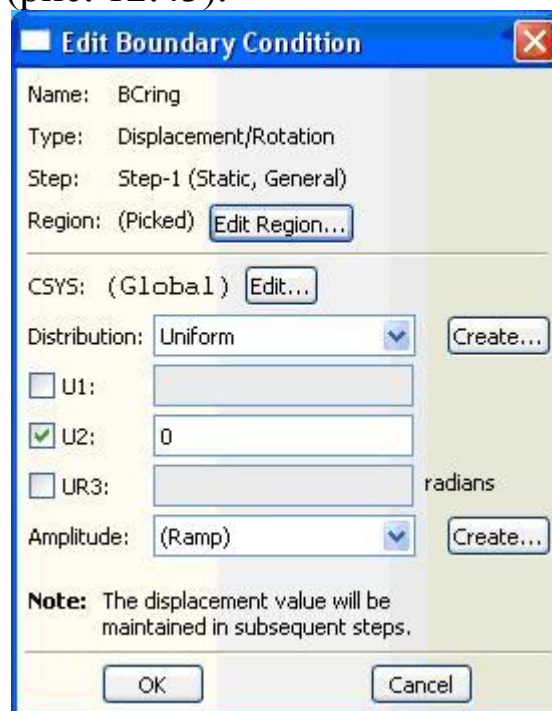


Рис.12.43. Ввод граничного условия в виде числа

После запуска программы для выполнения расчетов полученные результаты анализируются в следующем порядке. Для применения

результатов расчета при их отображении в черно-белом варианте печати целесообразно откорректировать режим отрисовки областей равного уровня параметров. Для этого предусмотрено меню Countur Plot Options в текущей панели режима Visualization (рис. 12.44). Опция Color&Style позволяет заменить цветной режим (по умолчанию) на черно-белый режим с прямым или обратным перебором тональности серого цвета.

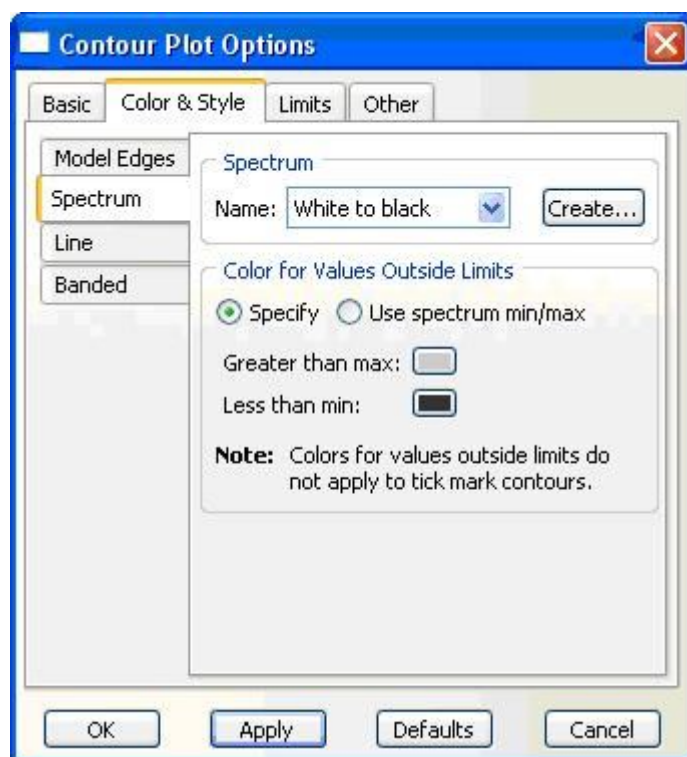


Рис. 12.44. Изменение режима цветности

На рис. 12.45 показано распределение напряжений по Мизесу (области темного оттенка соответствуют повышенным напряжениям). Оно кардинальным образом изменилось. Появилась область действия опасных напряжений в правой нижней части матрицы. Максимум напряжений оказывается равным 3855 МПа. Такое напряжение, несомненно, вызовет смятие опорной поверхности в этом месте. В зависимости от прочности материалов сомнется либо матрица (на ней останется отпечаток подкладного кольца), либо подкладное кольцо (оно подвергнется осадке).

На рисунке виден также прогиб матрицы в сторону действия приложенных напряжений прессования. Соответственно в месте

наибольшего прогиба появились повышенные напряжения до 2000 МПа, что превышает прочностные возможности инструментальных материалов. Следует отметить, что описанный прогиб матриц часто наблюдается и в производственных условиях их эксплуатации.

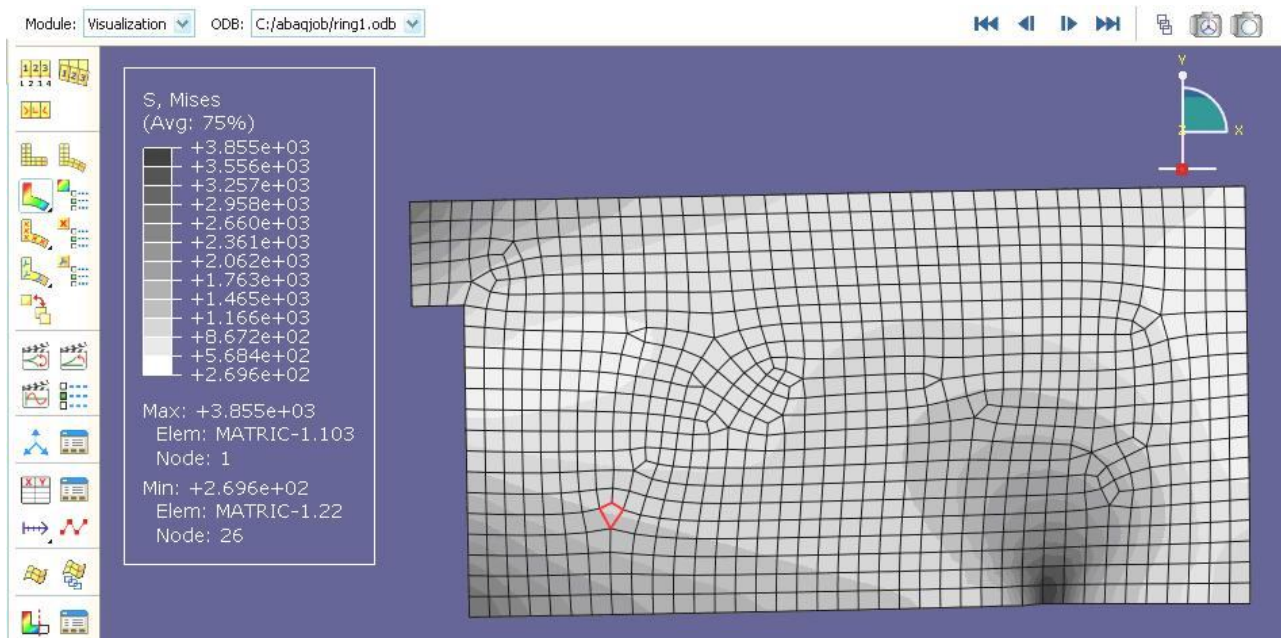


Рис. 12.45. Распределение напряжений по Мизесу при использовании опорного подкладного кольца малой площади

Таким образом, здесь показано, что использование для опоры матрицы подкладного кольца малой площади приводит к опасности потери работоспособности конструкции.

Рассмотрим теперь более подробно изменение конфигурации матрицы. Для отображения результатов дополнительно изменим режим представления, заменив гладкий переход между тонами областей равного уровня созданием границ переходов. Для этого в меню Countur Plot Options в текущей панели режима Visualization (см. рис 12.46) в опции Banded поставим галочку в окне Show contour edges. В окне Color укажем черный цвет, в окне Thickness зададим режим наиболее толстых линий.

Из рисунка видно, что для перемещения U1 характерна довольно большая область определения от -0,32 мм до +0,41 мм и смена знака: в верхней части металл перемещается по направлению к центру, а в нижней части в обратном направлении. Это приводит к тому, что в области калибрующего пояска диаметр канала матрицы умень-

шится $2 \cdot 0,32 = 0,64$ мм, соответственно уменьшится и диаметр получаемого изделия.

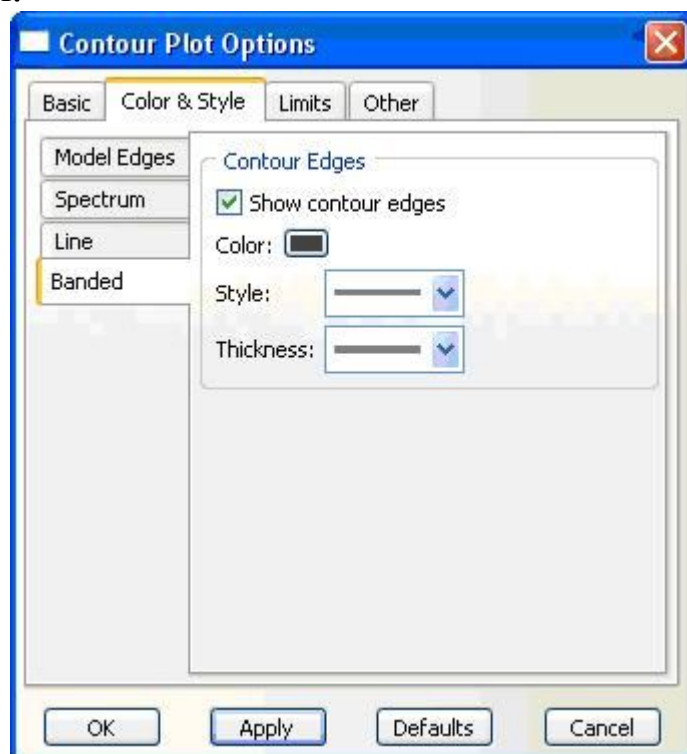


Рис. 12.46. Изменение отображения контура областей равного уровня

Результат отображения горизонтальных перемещений U_1 в таком режиме показан на рис. 12.47.

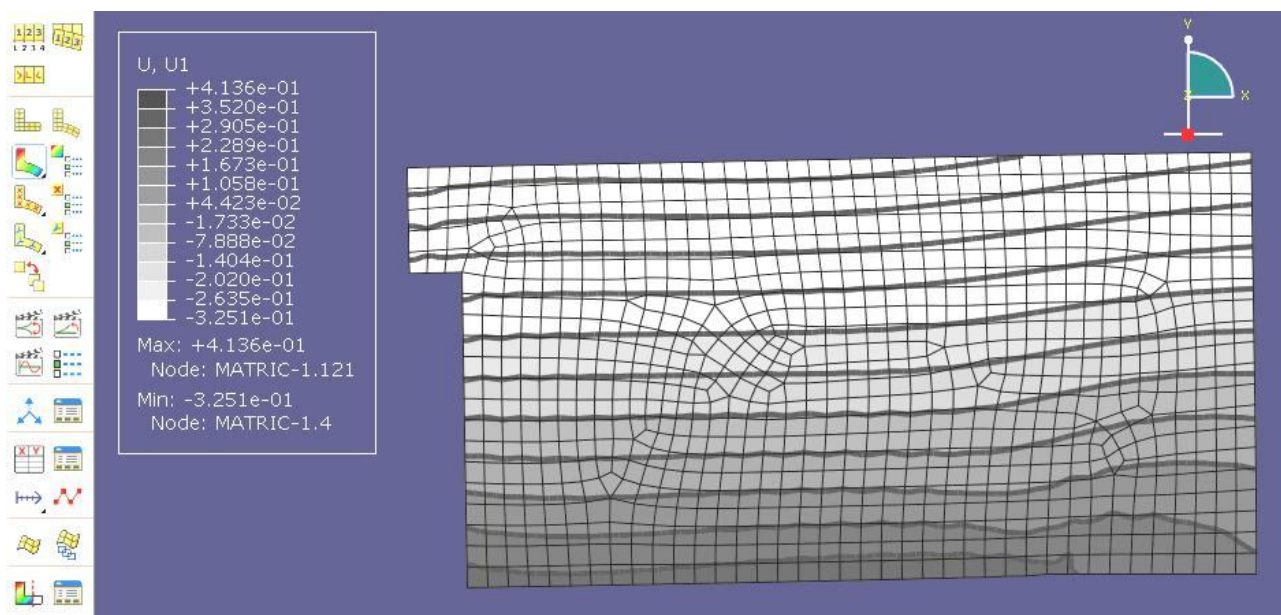


Рис. 12.47. Распределение горизонтальных перемещений U_1 при использовании опорного подкладного кольца малой площади

В отличие от горизонтальных перемещений вертикальные перемещения U_2 практически по всему сечению матрицы отрицательны, т. е. их вектор направлен сверху вниз (рис. 12.48).

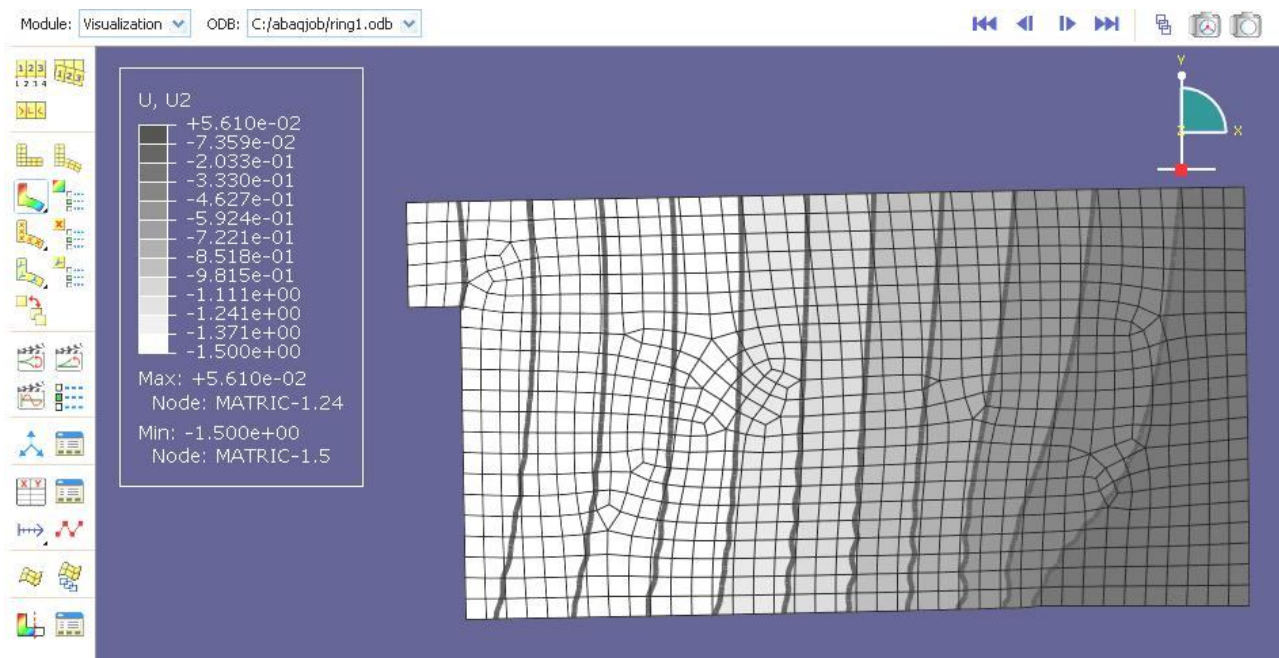


Рис. 12.48. Распределение вертикальных перемещений U_2 при использовании опорного подкладного кольца малой площади

Этот фактор создает картину искажения профиля матриц с созданием вогнутости верхнего торца. Кроме того, вследствие такого явления возникает разворот канала калибрующего пояска. Прессуемый материал теперь касается профиля канала не на всей длине, а только в верхней угловой точке.

В упругой постановке программой определяются следующие компоненты тензора деформаций (logarithmic strain component): в текущей цилиндрической системе координат LE_{11} , LE_{22} , LE_{33} , LE_{12} , что соответствует принятым обозначениям ϵ_{rr} , ϵ_{zz} , ϵ_{rz} . Ниже отображены распределения этих величин (см. рис. 12.49–12.52).

Из приведенных данных видно, что картины по характеру распределения не повторяются. Наименьшие по модулю значения деформаций характерны для радиального направления, что согласуется с направлением приложения нагрузки (она приложена в осевом направлении). Максимальные деформации растяжения наблюдаются в

тангенциальном направлении в нижней части матрицы. Максимальные деформации сжатия наблюдаются для осевой компоненты в месте взаимодействия матрицы с подкладным кольцом и для тангенциальной компоненты в верхней части матрицы. Довольно высокий уровень характерен также для сдвиговой компоненты в месте контакта с подкладным кольцом. Довольно слабо деформированным местом во всех случаях остается верхняя правая часть конструкции.

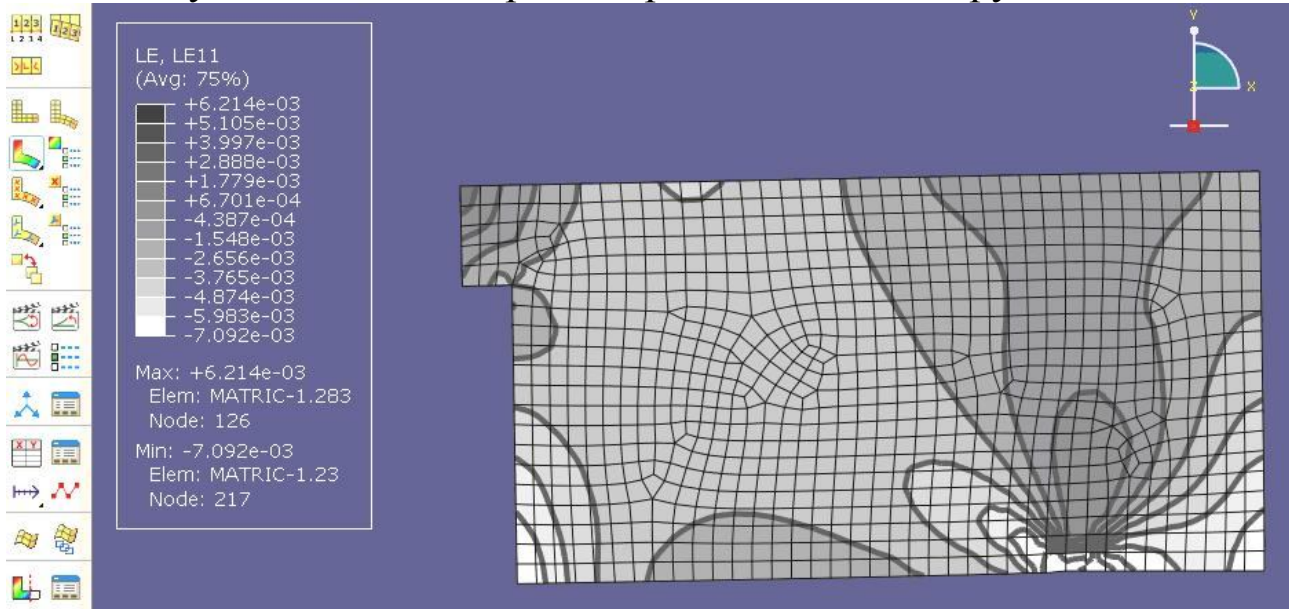


Рис. 12.49. Распределение логарифмической степени деформации LE11 (logarithmic strain component) при использовании опорного подкладного кольца малой площади

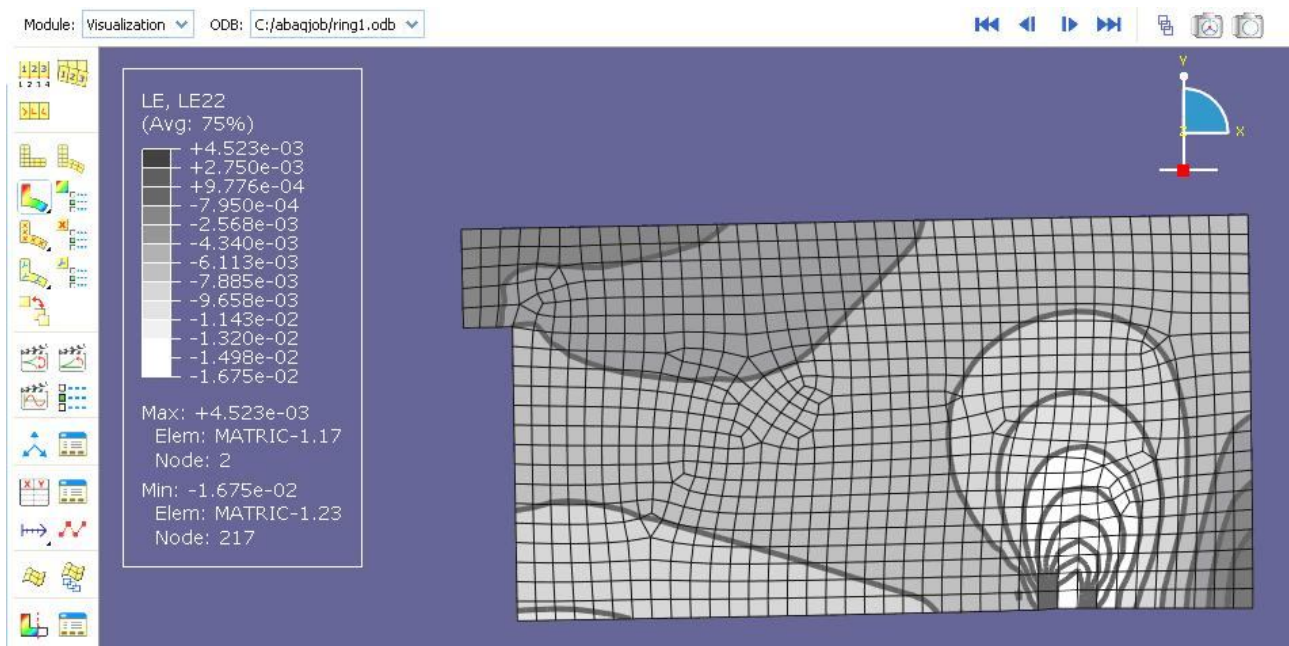


Рис. 12.50. Распределение логарифмической степени деформации LE22 (logarithmic strain component) при использовании опорного

подкладного кольца малой площади

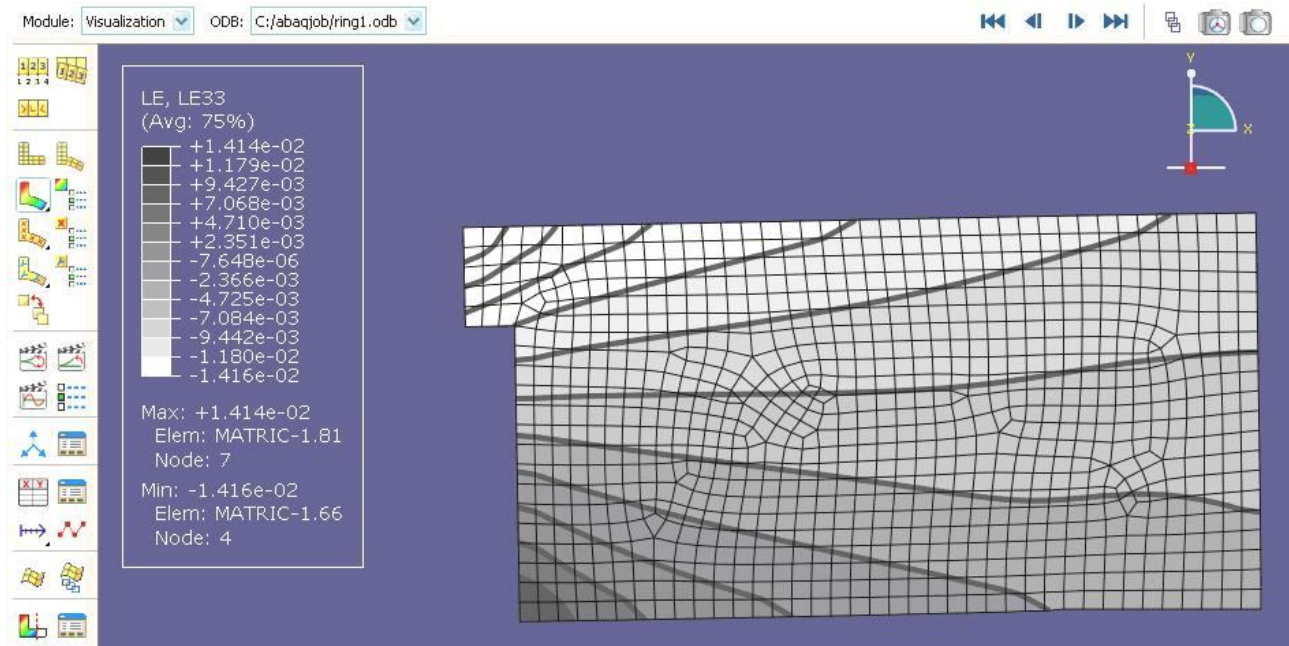


Рис. 12.51. Распределение логарифмической степени деформации LE33 (logarithmic strain component) при использовании опорного подкладного кольца малой площади

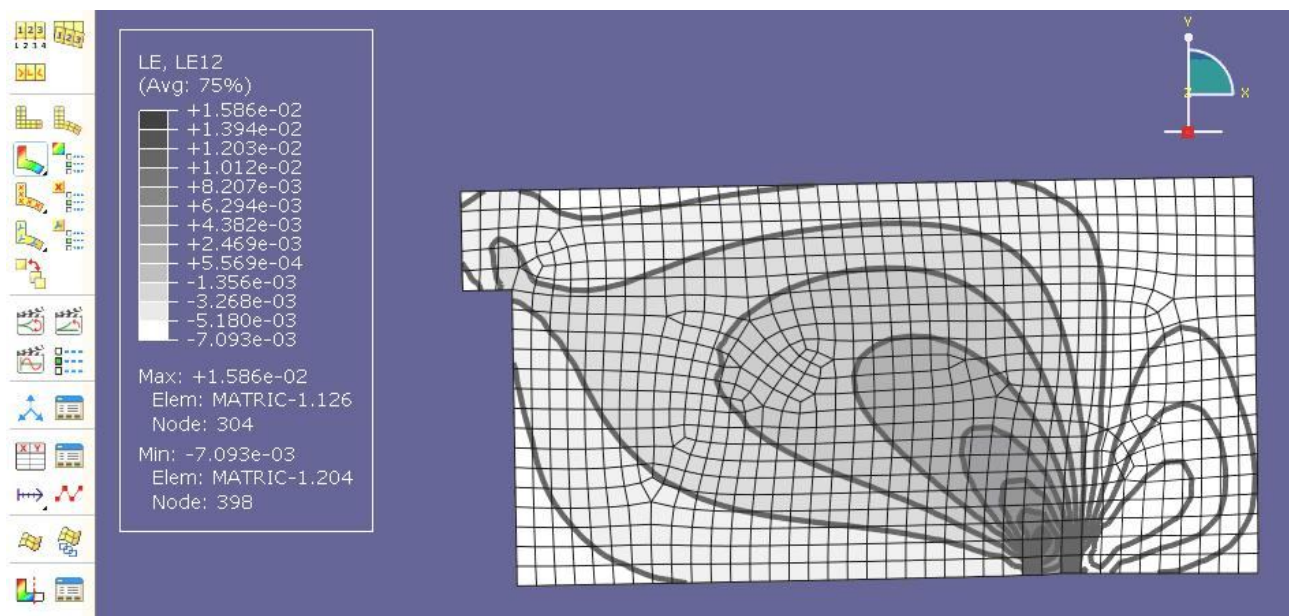


Рис. 12.52. Распределение логарифмической степени деформации LE12 (logarithmic strain component) при использовании опорного подкладного кольца малой площади

В программе особенным образом определяются главные компоненты тензора деформаций. Как известно, главных компонентов в тензоре три, обозначим их как ε_1 , ε_2 , ε_3 , при этом порядок их нуме-

рации соответствует правилу $\varepsilon_1 > \varepsilon_2 > \varepsilon_3$. Это следует учитывать при использовании понятий, примененных в программе:

Max. In-Plane Principal

Min. In-Plane Principal

Out-of-Plane Principal

Max. Principal

Mid. Principal

Min. Principal

Следующим этапом работы является подбор таких параметров опорной поверхности, при которых отмеченных негативных моментов не возникает.

13. ХАРАКТЕРИСТИКА МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА

Отдельные детали прессового инструмента работают в различных условиях нагружения, поэтому для изготовления этих деталей применяют различные материалы.

13.1. Жаропрочные инструментальные легированные штамповые стали

13.1.1. Общие сведения. Дополнительно к общим требованиям, предъявляемым к инструментальным материалам, от сталей этой группы требуется устойчивость против образования трещин при многократном нагреве и охлаждении, жаростойкость (окалиностойкость), высокая теплопроводность для отвода теплоты от рабочих поверхностей штампа, высокая прокаливаемость для обеспечения высокой прочности по всему сечению инструмента. Для изготовления инструмента применяют хромоникелевые среднеуглеродистые стали 5ХНМ, 5ХНВ, 4ХСМФ. Вольфрам и молибден добавляют для снижения склонности к отпускной хрупкости. После термической обработки, включающей закалку с температуры $760 \div 820$ °С и отпуск при $460 \div 540$ °С, сталь имеет структуру сорбит или тростит и сорбит отпуска. Твердость $40 \div 45$ HRC.

Матрицы горячего прессования работают в более тяжелых условиях. Для их изготовления применяют стали повышенной теплостойкости. Сталь 3Х2В8Ф сохраняет теплостойкость до 650 °С, но наличие карбидов вольфрама снижает вязкость. Сталь 4Х5В2ФС имеет высокую вязкость. Повышенное содержание хрома и кремния значительно увеличивает окалиностойкость стали.

Ниже (см. табл. 13.1) приведено расположение марок сталей в порядке повышения прочности и теплостойкости: 3Х3ВМФ, 3Х3М3Ф, 4Х3М2ВФГС, 4Х4ВМФС, 4Х3ВМФС, 5Х3В3МФС, 3Х2В8Ф. Повышение пластичности и разгаростойкости в этом списке производится в обратном порядке.

Стали, применяемые для изготовления прессового инструмента, подразделяют на три группы:

- стали умеренной теплостойкости типа 5ХНМ, 5ХНВ; приме-

няются при нагреве до 600 °С при невысоких уровнях напряжений, при 650 °С σ_B около 400 МПа, после отпуска при 650 °С HRC около 37;

- стали умеренной теплостойкости типа 3Х3М3Ф, 4Х5В2ФС; применяются при нагреве до 650 °С, при 650 °С HRC около 40–42; стали повышенной и высокой теплостойкости типа 3Х2В8Ф, 5Х3В3МФС; применяются при нагреве до 700 °С и высоких циклических температурно-силовых нагрузках, при 700 °С HRC около 42–45, но имеют пониженные значения вязкости и пластичности, а также чувствительны к

- резким перепадам температур.

Таблица 13.1

Режимыковки и отжига (отпуска) жаропрочных сталей для изготовления прессового инструмента

Сталь	Интервал ковочных температур, °С	Режимы отжига (отпуска)	НВ после отжига, МПа, не более
1	2	3	4
5ХНМ	1180-850	Нагрев на 700–720 °С, охлаждение со скоростью 50 °С/ч до 500 °С, далее на воздухе	2410
5ХНВ	1180-850	Нагрев на 700–720 °С, охлаждение со скоростью 50 °С/ч до 500 °С, далее на воздухе	2550
5ХНВС	1180-850	Нагрев на 730–750 °С, охлаждение со скоростью 50 °С/ч до 500 °С, далее на воздухе	2550
5ХГМ	1180-850	Нагрев на 680–720 °С, охлаждение со скоростью 50 °С/ч до 500 °С, далее на воздухе	2410
5Х2МНФ	1200-850	Нагрев на 720–740 °С, охлаждение со скоростью 50 °С/ч до 500 °С, далее на воздухе	2550

Окончание табл. 13.1

1	2	3	4
3X2MНФ	1180-850	Нагрев на 700–720 °С, охлаждение со скоростью 50 °С/ч до 500 °С, далее на воздухе	2550
4X5МФС 4X5МФ1С 4X3ВМФ 4X5В2ФС	1180-850	Нагрев на 840–860 °С, охлаждение со скоростью 40–50 °С/ч до 600 °С, далее на воздухе	2410
5X3В3МФС	1180-850	Нагрев на 840–860 °С, охлаждение со скоростью 40–50 °С/ч до 600 °С, далее на воздухе	2290
3X3М3Ф	1180-850	Нагрев на 860–880 °С, охлаждение со скоростью 40–50 °С/ч до 600 °С, далее на воздухе	2410
4X4ВМФС	1180-850	Нагрев на 860–880 °С, охлаждение со скоростью 40–50 °С/ч до 600 °С, далее на воздухе	2290
2X6В8М2К 8	1200-900	Нагрев на 900–920 °С, охлаждение со скоростью 40–50 °С/ч до 600 °С, далее на воздухе	2500

Механические свойства жаропрочных сталей приведены в табл. 13.2 и табл. 13.3

Таблица 13.2

Механические свойства жаропрочных сталей при комнатной температуре [3] в зависимости от температуры отпуска

Марка стали	Химический состав плавки, %	Температура закалки, °С	Температура отпуска, °С	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	HRC
1	2	3	4	5	6	7	8

5XHM	0,55C	850	450	1525	9,8	38,5	45
	0,77Cr		500	1405	10,8	41,5	42,5
	1,8Ni		550	1265	13,8	44,5	39
	0,23Mo		600	1170	15,5	50,5	36,5

Окончание табл. 13.2

1	2	3	4	5	6	7	8
5XГМ	0,55C 0,67Cr 1,51Mn 0,26Mo	850	450	1640	5,1	14,5	49
			500	1600	-	-	47
			550	1440	10,5	10,5	44
			600	1260	31,5	31,5	40
			650	1120	49	49,0	35
5XHB	0,51C 0,72Cr 1,70Ni 0,6W	850	450	1640	9,3	44	44,5
			500	1360	11	45	43
			550	1190	13	51,5	38,5
			600	1070	15,2	58	34,5
5XHBC	0,6C 1,34Cr 0,75Ni 0,8Si 0,3W	850	450	1780	8,4	27	49
			500	1580	9,3	33	46,5
			550	1370	11,6	36	42
			600	1270	14,5	43,8	38
5XHT	0,55C 1,13Cr 1,64Ni 0,2Ti	850	450	1485	10,5	40,5	44
			500	1305	12	46,3	40
			550	1162	14	47	35,5
			600	1050	16	53,4	33
5XHC	0,66C 1,56Cr 1,1Ni 0,75Si	850	450	1747	9,8	30	48,5
			500	1493	10,5	32,6	44,5
			550	1304	13,8	40	40
			600	1209	15,5	46,2	36,6

Таблица 13.3

Механические свойства жаропрочных сталей при повышенных температурах

Марка стали	Химиче- ский со- став плав- ки, %	Темпе- ратура заковки, °C	Темпе- ратура отпуска, °C	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	HR С
1	2	3	4	5	6	7	8

5XHM	0,55C	850	450	1525	9,8	38,5	45
	0,77Cr		500	1405	10,8	41,5	42,5
	1,8Ni		550	1265	13,8	44,5	39
	0,23Mo		600	1170	15,5	50,5	36,5

Окончание табл. 13.3

1	2	3	4	5	6	7	8
5XГМ	0,55C 0,67Cr 1,51Mn 0,26Mo	850	450	1640	5,1	14,5	49
			500	1600	-	-	47
			550	1440	10,5	10,5	44
			600	1260	31,5	31,5	40
			650	1120	49	49,0	35
5XHB	0,51C 0,72Cr 1,70Ni 0,6W	850	450	1640	9,3	44	44,5
			500	1360	11	45	43
			550	1190	13	51,5	38,5
			600	1070	15,2	58	34,5
5XHBC	0,6C 1,34Cr 0,75Ni 0,8Si 0,3W	850	450	1780	8,4	27	49
			500	1580	9,3	33	46,5
			550	1370	11,6	36	42
			600	1270	14,5	43,8	38
5XHT	0,55C 1,13Cr 1,64Ni 0,2Ti	850	450	1485	10,5	40,5	44
			500	1305	12	46,3	40
			550	1162	14	47	35,5
			600	1050	16	53,4	33
5XHC	0,66C 1,56Cr 1,1Ni 0,75Si	850	450	1747	9,8	30	48,5
			500	1493	10,5	32,6	44,5
			550	1304	13,8	40	40
			600	1209	15,5	46,2	36,6

13.1.2. Характеристика жаропрочной стали 3X2B8Ф. Заменитель стали 4X5B2ФС, 4X2B2МФС, 5X3B3МФС [4]. Вид поставки – сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 2590-71, ГОСТ 2591-71. Калиброванный пруток ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 7417-75, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 14955-77. Полоса ГОСТ 4405-75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950-00, ГОСТ 1133-71, ГОСТ 7831-78. Назначение – тяжелонагруженный прессовый инструмент (мелкие

вставки окончательного штампового ручья, матрицы и пуансоны для выдавливания и т. д.) при горячем деформировании легированных конструкционных сталей и жаропрочных сплавов, пресс-формы литья под давлением медных сплавов. Теплостойкость при 630–650 °С и времени 3 ч 45–51 HRC. Свойства стали 3X2B8Ф приведены в табл. 13.4, табл. 13.5, табл. 13.6 и табл. 13.7, а свойства изготовленных из нее матриц в табл. 13.8.

По данным института «Гипроцветметобработка» основной причиной выхода матриц из стали 3X2B8Ф является заплывание отверстия в матрице.

Таблица 13.4

Химический состав стали 3X2B8Ф, % (ГОСТ 5950-2000)

C	Si	Mn	Cr	W	V	Fe
0,3-0,4	0,15-0,40	0,15-0,40	2,2-2,7	7,5-8,5	0,2-0,5	Остальное

Таблица 13.5

Твердость стали 3X2B8Ф после термической обработки

Состояние поставки, режимы термообработки	Твердость
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные. Закалка 1075–1125 °С, масло	До HB 241 HRC 49
Подогрев 840–860 °С. Закалка 1120–1160 °С, масло. Отпуск 660–680 °С, воздух (обработка на повышенную теплостойкость)	HRC 40-45
Подогрев 840–860 °С. Закалка 1070–1100 °С, масло. Отпуск 620–650 °С, воздух (обработка на повышенную прочность и разгароустойчивость)	HRC 42-45
Сечение до 400 мм. Закалка 1080–1100 °С, масло или воздух. Отпуск 580–590 °С, охлаждение с печью	HB 402-475
Подогрев 700–750 °С. Закалка 1130–1150 °С, масло. Отпуск 640–660 °С, отпуск 600–620 °С	HRC 44-48
Закалка 1150 °С. Отпуск 620 °С. Азотирование	

530 °С. Степень диссоциации аммиака 25–30 %: 3 ч, толщина слоя 0,07–0,08 мм 6 ч, толщина слоя 0,10–0,12 мм	HV 1000-1080 HV 1100-1600
--	------------------------------

Таблица 13.6

Механические свойства стали 3Х2В8Ф в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	HRC
Закалка 1130 °С, масло, выдержка при отпуске 2 ч						
600	-	1720	10	41	20	52
620	1460	1640	7	28	25	50
650	1390	1530	12	36	20	48
675	1310	1430	10	36	25	45

Таблица 13.7

Твердость стали 3Х2В8Ф в зависимости от температуры испытания в результате закалки 1140 °С и отпуска при 650 °С

Температура испытания, °С	400	500	550	600	650	700
HRC	47	43	41	33	28	22

Таблица 13.8

Стойкость матриц из стали 3Х2В8Ф[6]

Прессуемый материал	Вид изделия	Размеры изделия, мм	Стойкость, число прессовок		Причины выхода из строя
			разовая	общая	
ЛС59-1	Прутки	35-50	35-45	100-135	Заплавление
БрАЖ9-4	Прутки	25-28	10-12	50-70	Заплавление
МНЖ5-1	Трубы	64x50	8-10	50-60	Заплавление

13.1.3. Характеристика жаропрочной стали 5ХНМ. Заменитель стали 5ХГМ, 4ХМФС, 5ХНВС, 4Х5В2ФС[4]. Вид поставки –

сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 2590-71, ГОСТ 2591-71. Калиброванный пруток ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 7417-75, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78. Шлифованный пруток и серебрянка ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 14955-77. Полоса ГОСТ 4405-75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 1133-71, ГОСТ 7831-78. Назначение – молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов с массой падающих частей свыше 3 т, прессовые штампы и штампы машинной скоростной штамповки при горячем деформировании легких цветных металлов, блоки матриц для вставок ГKM. Свойства стали 5XHM приведены в табл. 13.9-табл. 13.13.

Теплостойкость стали 5XHM при 590 °C и времени 4 ч 37 HRC.

Таблица 13.9
Химический состав стали 5XHM, % (ГОСТ 5950-2000)

C	Si	Mn	Cr	Mo	Ni	Fe
0,5-0,6	0,1-0,4	0,5-0,8	0,5-0,8	0,15-0,30	1,4-1,8	Остальное

Таблица 13.10
Твердость стали 5XHM после термической обработки

Состояние поставки, режимы термообработки	Твердость
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные	До HB 241
Закалка 850 °C, масло. Отпуск 550 °C	Св. HRC 36
Подогрев 700–750 °C. Закалка 840-860 °C, масло. Отпуск: 400–480 °C, (режим окончательной обработки) 500–550 °C, (режим окончательной обработки)	HRC 44-48 HRC 40-43

Таблица 13.11
Механические свойства стали 5XHM в зависимости от сечения

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	HRC поверх.	НВ серд- цев.
Закалка 850 °С, масло. Отпуск 460-520 °С							
До 100	-	-	-	-	-	57	
100-200	1420	1570	9	35	34	42-47	375--429
200-300	1270	1470	11	38	44	40-44	352--397
300-500	1130	1320	12	36	49	37-42	321--375
500-700	930	1180	15	40	78	35-39	302--341

Таблица 13.12

Твердость стали 5ХНМ в зависимости от температуры
отпуска

Температура отпуска, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	HRC
Закалка 850 °С, масло. Выдержка при отпуске 2 ч						
400	1370	1570	10	40	33	47
450	1400	1490	-	36	37	45
500	1270	1370	-	36	46	43
550	1180	1310	-	35	59	40

Таблица 13.13

Твердость стали 5ХНМ в зависимости от температуры испытания

Температура ис- пытания, °С	HRC	Температура ис- пытания, °С	HRC
Закалка 850 °С. Отпуск 450 °С		Закалка 850 °С. Отпуск 500 °С	
400	43	400	39
500	39	500	28
550	37	550	-
600	26	600	26

13.1.4. Характеристика жаропрочной стали 5ХГМ. Заменитель стали 5ХНМ, 5ХНВ, 6ХВС, 5ХНС, 5ХНСВ, 5ХГС5ВФЮ [4]. Вид поставки – сортовой прокат, в том числе фасонный: ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 2590-71, ГОСТ 2591-71. Калиброванный пруток ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 7417-75, ГОСТ 8559-75, ГОСТ 8560-78. Шлифованный

пруток и серебрянка ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 14955-77. Полоса ГОСТ 4405-75. Поковки и кованые заготовки ГОСТ 5950-2000, ГОСТ 1133-71, ГОСТ 7831-78. Назначение – молотовые штампы паровоздушных и пневматических молотов с массой падающих частей до 3 т, ковочные штампы для горячей штамповки, валки крупных, средних и мелкосортных станков.

Свойства стали 5ХГМ приведены в табл.13.14 – табл.13.17. Теплостойкость стали 5ХГМ при 350-375 °С, 47 HRC.

Таблица 13.14

Химический состав стали 5ХГМ, % (ГОСТ 5950-2000)

С	Si	Mn	Cr	Mo	Fe
0,5-0,6	0,25-0,6	1,2-1,6	0,6-0,9	0,15-0,30	Остальное

Таблица 13.15

Твердость стали 5ХГМ после термической обработки

Состояние поставки, режимы термообработки	Сечение, мм	Твердость
Прутки и полосы отожженные или высокоотпущенные.	-	До HB 241
Закалка 820–850 °С, масло. Отпуск 550 °С	-	Св. HRC 57
Закалка 820–850 °С, масло для молотовых штампов. Отпуск 490–520 °С, воздух:		
Мелких	До 300	HB 387-444
Средних, отпуск 530–560 °С, воздух	До 400	HB 363-387
Крупных, отпуск 580–620 °С, воздух	Св. 400	HB 302-341

Подогрев 700–750 °С, закалка 820–850 °С, масло для молотовых штампов. Отпуск 490–520 °С, воздух:		
Мелких	До 300	НВ 387-444
Средних, отпуск 530–560 °С, воздух	До 400	НВ 363-387
Крупных, отпуск 580–620 °С, воздух	Св.400	НВ 302-341
Подогрев 700–750 °С. Закалка 820–850 °С, масло. Отпуск 410–440 °С (режим окончательной термообработки)	-	HRC 44-48
Отпуск 410–440 °С (режим окончательной термообработки)	-	HRC 40-43

Таблица 13.16

Механические свойства стали 5ХГМ в зависимости от температуры отпуска

Температура отпуска, °С	Сечение, мм	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	HRC по-верх.	НВ сердцев.
Закалка 820-850 °С, масло.							
410-440	До 100	1570	5	15	20	44-48	-
490-520	100-300	1420	10	-	29	-	387-444
530-560	300-400	1250	10	32	44	-	363-387

Таблица 13.17

Механические свойства стали 5ХГМ в зависимости от температуры испытания

Температура испытания, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	HRC, НВ
Закалка 850 °С, масло. Выдержка при отпуске 2 ч, 450 °С						
20	1450	1570	9	26	36	47 HRC
400	1080	1280	11	40	44	37 HRC
500	860	980	15	55	-	32 HRC

600	390	700	25	80	40	27 HRC
Заготовка диаметром 20 мм. Закалка 850 °С, масло. Отпуск 500–550 °С						
200	1030	1220	-	31	59	360 HB
300	980	1180	12	48	64	330 HB
400	850	980	10	62	49	310 HB
500	680	780	12	81	34	302 HB

13.2. Жаропрочные сплавы на основе никеля

13.2.1. Общие сведения. Чистый никель имеет низкую длительную прочность порядка 40 МПа при 800 °С за 100 ч и низкое сопротивление газовой коррозии при высоких температурах. Повышение свойств достигается путем комплексного легирования, в результате которого получают многофазные сплавы.

Жаропрочность находится в прямой зависимости от количества упрочняющей фазы. Наибольшее влияние на растворимость титана, алюминия, ниобия и тантала оказывает хром, поэтому для повышения их количества процентное содержание хрома понижают. Это способствует повышению рабочей температуры сплавов.

Максимальная прочность сплавов достигается тогда, когда происходит полный распад твердого раствора, что наблюдается при размерах частиц 20–50 нм. При увеличении времени старения или в процессе службы диаметр частиц растет, и прочность падает. Для замедления роста частиц используются два метода: усложнение состава матрицы для замедления диффузионных процессов (элементы с низким коэффициентом диффузии: молибден, вольфрам, тантал, ниобий) и искусственное введение упрочняющих фаз в виде труднорастворимых окислов: ThO₂, ZrO₂, Al₂O₃ и др.

При термической обработке инструмента из никелевых сплавов должны быть достигнуты максимально возможная величина зерна, обеспечивающая оптимальное сочетание временного сопротивления, пластичности и усталостной прочности, высокая гомогенность твердого раствора и максимально возможный уровень совершенства кристаллической решетки матрицы.

13.2.2. Характеристика сплава ХН35ВТЮ. Сплав разрабатывался для изготовления лопаток газотурбинных и других двигате-

лей, работающих при температуре до 700–800 °С, компрессорных лопаток, работающих до 700–800 °С, дисков, дефлекторов и колец, работающих при температуре до 750 °С. По классификации [5] сплав относится к аустенитным сплавам на основе железа (табл. 13.18) с карбидно-интерметаллидным упрочнением и применяется для изделий, работающих при температурах до 800 °С. Сплав умеренно упрочняется термической обработкой. Свойства сплава приведены в табл. 13.19-табл. 13.21.

Таблица 13.18

Химический состав сплава ХН35ВТЮ, % (ГОСТ 5632-72)

Cr	Ni	Ti	Al	W	Fe
14,0–15,0	33,0–37,0	2,4–3,2	0,7–1,4	2,8–3,5	Остальное

Таблица 13.19

Механические свойства сплава ХН35ВТЮ в холодном состоянии

Сечение, мм	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²	НВ
32–55	640	930	6	8	29	302–354
Примечание. Прутки диаметром 45–90 мм. Режим термообработки: закалка 1180 °С, 2,5–8 ч, воздух, закалка 1040–1060 °С, воздух. Старение 750–800 °С, 116 ч, воздух						

Таблица 13.20

Механические свойства сплава ХН35ВТЮ в зависимости от температуры испытаний

Температура, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	KCU, Дж/см ²
20	690–900	880–1310	7–22	10–25	24–83
400	690–810	880–1160	11–12	12–16	-
500	690–830	880–1130	5–16	6–24	-
600	680–810	880–1080	12–14	12–18	-

700	690–810	720–950	5–15	8–23	54–59
800	590–690	670–730	13–15	22–28	49–59
850	320–340	350–370	19–21	46–48	-
900	200–235	205–245	20–23	50–60	-

Примечание. Пруток диаметром 45–90 мм. Режим термообработки: закалка 1180 °С, 2,5–8ч, воздух, закалка 1040–1060 °С, воздух. Старение 750–800 °С, 116 ч, воздух

Таблица 13.21

Механические свойства сплава ХН35ВТЮ в зависимости от тепловой выдержки при 750 °С

Время, ч	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
100	670	1080	10	10	26	300
6000	660	850	4	4	12	310
10000	550	830	5	6	-	280

13.2.3. Характеристика сплава ХН77ТЮР (ЭИ437Б). Вид поставки – сортовой прокат, в том числе фасонный: ТУ 14-1-492-72, ТУ 14-1-75-71, ТУ 14-1-223-73. Калиброванный прут ТУ 14-1-2480-78. Лист тонкий ТУ 14-1-1747-76. Лента ТУ 14-1-927-74. Поковки и кованые заготовки ТУ 14-1-1214-75, ТУ 14-1-1465-75, ТУ 14-1-1530-75. Трубы ТУ 14-1-895-74. Свойства сплава ХН77ТЮР приведены в табл.13.22-табл.13.25.

Назначение: детали, работающие до температуры 750 °С. Технологические свойства: температураковки 1180–900 °С.

Таблица 13.22

Химический состав сплава ХН77ТЮР, % (ГОСТ 5632-72)

Cr	Ti	Al	Ni
19,0-22,0	2,4-2,8	0,6-1,0	Остальное

Таблица 13.23

Механические свойства сплава ХН77ТЮР в холодном состоянии

Состояние поставки, режимы термообработки	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_{10} , %	ψ , %
---	----------------------	------------------	-------------------	------------

Пруток. Закалка 1080 °С ч, воздух	315	730	43	52
То же + старение 700 °С ч	730	1080	32	42

Таблица 13.24

Механические свойства сплава ХН77ТЮР в зависимости от температуры испытаний

Температура, °С	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²
Закалка 1080 °С, воздух. Старение 750 °С, 16ч					
20	650	900-1070	11-24	10-21	29-49
500	570	880	22-29	19-27	49-69
600	540	860	30-33	30-32	49-59
700	520	820	25-29	27-32	49
800	460	520	15-16	25-30	88

Примечание. Пруток диаметром 45–90мм. Режим термообработки: закалка 1180 °С, 2,5-8 ч, воздух, закалка 1040–1060 °С, воздух.

Старение 750–800 °С, 116 ч, воздух

Таблица 13.25

Механические свойства сплава ХН77ТЮР в зависимости от тепловой выдержки при 700 °С

Время, ч	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	КСУ, Дж/см ²	НВ
1000	730	1080	15-24	14-23	24-38	290
5000	670	1180	20-23	19-25	40-51	290

13.2.4. Характеристика сплава ЖС6. Химический состав жаропрочного сплава ЖС6 на основе никеля имеет следующий состав, %: С не более 0,13–0,2; Si не более 0,4; Mn не более 0,4; Cr 10–12,5; W 4,5–5,5; Fe не более 2; Mo 3,5–4,5; Co 4–5; Ti 2,5–3,0; Al 5,0–6,0; Ni – остальное.

Сплав получил широкое распространение для изготовления инструментальной оснастки, работающей при высокой температуре.

13.2.5. Характеристика сплава НнбМо14,5–6,5 (ниобик). Жаропрочный сплав на основе никеля НнбМо14,5–6,5 (ниобик) (табл.13.26) предназначен для изготовления вставок в прессовые матрицы, рабо-

тающих при температурах до 700–900 °С (как правило, для прессования алюминиевых бронз).

Прутки из сплава НнбМо14,5–6,5 поставляются диаметром 90 мм и длиной 800–850 мм по ТУ 48-21/ОП-24-74.

Таблица 13.26

Химический состав сплава НнбМо14,5–6,5 % (ГОСТ 5632-72)

С	Nb	Mo	Si	Ce	Mn	Ni
До 0,05	13–16	5–8	0,5–1,0	0,05	0,5–1,0	Остальное

Сплав может быть использован повторно за счет применения электрошлакового переплава (ЭШП). Сплав проходит термомеханическую обработку непосредственно при первом прессовании. При тепловом и силовом воздействии со стороны металла слитка происходит пластическая деформация матрицы, в результате чего размер отверстия матрицы уменьшается на 0,6–1,0 мм. Сплав при этом упрочняется. После повторной расточки диаметр матрицы стабилизируется.

Инструмент из ниобика обычно используется в виде вставки в обойму из жаропрочной стали типа 3Х2В8. При диаметре матрицы 160 мм используют вставку диаметром 100 мм.

Технология подготовки матрицы включает следующие операции: центровка слитка, обточка, разрезка, сверление. Параллельно изготавливают обойму из стали 3Х2В8: расточка обоймы, с припуском на термообработку 1 мм, термическая обработка (закалка и отпуск), расточка гнезда под вставку с натягом 0,2–0,25 мм. Обойма нагревается до 500 °С, в нее запрессовывается вставка. Охлаждение сборки производится на воздухе. При прессовании бронзы типа БрАЖНМц 9-4-4-1 и номинальном размере изделия 50^{-1,6} мм с учетом теплового расширения назначают диаметр отверстия в матрице 50^{+0,2} мм.

Аналогом этого инструментального материала является сплав Н80БМ, имеющий механические характеристики, приведенные в табл.13.27.

Таблица 13.27

Механические свойства сплава Н80БМ при различных температурах испытаний

Температура, °C	$\sigma_{0,2}$, МПа	σ_B , МПа	δ_5 , %	ψ , %	HRC
20	740–800	570–650	5–10	7–12	32–36
700	570–630	380–450	5–7	7–14	-
800	540–580	320–410	4–8	5–10	-
900	350–400	260–330	7–15	10–20	-
1000	320–360	200–250	12–20	20–25	-

При прессовании труднодеформируемых медных и медноникелевых сплавов через матрицы из сплава Н80БМ стойкость матриц возрастает в 8–10 раз (до 800 прессовок на сплаве МНЖ5-1).

13.2.6. Некоторые зарубежные аналоги жаропрочных сплавов на основе никеля. Жаропрочные сплавы на основе никеля за рубежом относятся к категории суперсплавов (Superalloys). Под торговой маркой NIMONIC™ выпускаются следующие сплавы.

Таблица 13.28

Зарубежные аналоги жаропрочных сплавов из класса нимоников

Название	Стандарты	Компоненты, мас. %	Свойства
1	2	3	4
Special Metals NIMONIC™ Alloy 75	UNS N06075; BS HR5, HR203, HR403, HR504; DIN 17742, 17750-17752; Werkstoff Nr. 2.4951, 2.4630, WL Nr. 2.4630; AFNOR NC 20T; AECMA Pr EN 2293, 2294, 2302, 2306- 2308, 2402, 2411	C 0,08–0,15; Cr 18–21; Cu max 0,5; Fe max 5; Mn max 1; Ni 72; Si max 1; Ti 0,2–0,6	$\sigma_B = 750$ МПа при 20 °C $\sigma_B = 660$ МПа при 550 °C $\sigma_{0,2} = 275$ МПа при 20 °C $\sigma_{0,2} = 210$ МПа при 550 °C

Special Metals NIMONIC™ Alloy 80A	UNS N07080; BS 3076 (NA 20), HR1, HR201, HR401, HR601; ASTM B 637; DIN 17742, 17754, Werkstoff Nr. 2.4952, 2.4631; WL Nr. 2.4631, AFNOR NC 20TA; AECMA Pr EN 2188-2191	Al 1–1,8; B max 0,008; C max 0,1; Co max 2; Cr 18–21; Cu max 0,2; Fe max 3; Mn max 1; Ni 69; S max 0,015; Si max 1; Ti 1,8–2,7; Zr max 0,15	Повышенное сопротивление крипу до темпе- ратуры 815 °C. Остальные свойства ана- логичны NIMONIC™ Alloy 75
Special Metals NIMONIC™ Alloy 86	Не установлено	C 0,05; Ce 0,03; Cr 25; Mo 10; Ni 65	$\sigma_B = 825$ МПа при 20 °C $\sigma_B = 620$ МПа при 650 °C $\sigma_B = 410$ МПа при 20 °C $\sigma_B = 210$ МПа при 550 °C

Окончание табл. 13.28

1	2	3	4
Special Metals NIMONIC™ Alloy 81	Не установлено	Al 0,9; B 0,003; C max 0,05; Co max 2; Cr max 30; Cu max 0,2; Fe max 1; Mn max 0,5; Mo max 0,3; Ni 63; S max 0,015; Si max 0,5; Ti 1,8; Zr 0,06	$\sigma_B = 1050$ МПа при 20 °C $\sigma_B = 830$ МПа при 650 °C

Special Metals NIMONIC™ Alloy 90	UNS N07090; BS 3075 (NA19), HR2, HR202, HR402, HR501-HR503; Werkstoff Nr. 2.4632; AMS 5829, WL Nr. 2.4632; AFNOR NCK 20 D; AECMA Pr EN 2295-2299, 2400, 2401, 2412, 2669, 2670	Al 1–2; B max 0,02; C max 0,13; Co 15–21; Cr 18–21; Cu max 0,2; Fe max 1,5; Mn max 1; Ni 55; S max 0,015; Si max 1; Ti 2–3; Zr max 0,15	$\sigma_B = 1150$ МПа при 20 °С $\sigma_B = 1030$ МПа при 550 °С $\sigma_{0,2} = 725$ МПа при 20 °С $\sigma_{0,2} = 690$ МПа при 550 °С
--	---	---	--

13.3. Металлокерамика (твердые сплавы) и минералокерамика

При прессовании медных и латунных прутков размером 5–20 мм применяются матрицы со вставками из твердых сплавов группы ВК (на основе карбида вольфрама с кобальтовой связкой). Благодаря высоким прочностным характеристикам вставки обладают повышенной износостойкостью и хорошо сохраняют размеры рабочего отверстия в процессе эксплуатации, однако быстро выходят из строя вследствие образования трещин из-за низкой теплопроводности.

В соответствии с ГОСТ 3882 регламентирован химический состав твердых сплавов (табл. 13.29).

Таблица 13.29

Химический состав и свойства некоторых твердых сплавов

Марка	Содержание компонентов, масс. %			$\sigma_{\text{изг}}$, МПа, не менее	HRA, не менее
	WC	Co	Другие		
Сплавы вольфрамовой группы					
ВК3	97	3	-	1200	89,5
ВК4	96	4	-	1550	89,5
ВК6	94	6	-	1550	88,5
ВК8	92	8	-	1700	87,5
ВК10	90	10	-	1800	87,0
ВК15	85	15	-	1900	86,0
Сплавы титановольфрамовой группы					

T30K4	66	4	30TiC	1000	92,0
T15K6	79	6	15TiC	1200	90,0
T14K8	78	8	14TiC	1300	89,5
T5K10	85	9	6TiC	1450	88,5
T5K12	83	12	5TaC	1700	87,0
Сплавы танталотитановольфрамовой группы					
TT17K12	81	12	4TiC 3TaC	1700	87,0
TT8K6	84	6	8TiC 2TaC	1350	90,5
TT20K9	67	9,5	9,4TiC 14,1TaC	1500	91,0

Как видно из табл. 13.29, твердые сплавы обладают гораздо более высокой твердостью по отношению к сталям.

Теплопроводность сплавов вольфрамовой группы колеблется в пределах 50–67 Вт/(м·град), т. е. больше, чем у сплавов на основе железа. Теплопроводность сплавов титановольфрамовой группы колеблется в пределах 12–21 Вт/(м·град), т. е. меньше, чем у сплавов железа. Это необходимо учитывать при проектировании прессового инструмента. Положительным качеством твердых сплавов является повышенный модуль упругости на уровне 600 ГПа, что выше в три раза модуля упругости сталей (около 200 ГПа). Это позволяет изготовить более жесткий инструмент.

К минералокерамике (табл. 13.30) относят также инструмент, изготовленный из диоксида циркония, стабилизированного оксидом магния и(или) иттрием, в зарубежной практике применяемый под названием Zirconium Oxide Ceramic, Zirconia MgO Stabilized. Заготовки обычно поставляются в литом состоянии. Плотность материала 5,75 г/см³, модуль упругости 200 ГПа, предел прочности на сжатие 1750 МПа, удельная теплопроводность 2,2 Вт/м·град. Объявленный диапазон рабочих температур – до 500 °С ограничивает применение инструмента из минералокерамики областью прессования сплавов легких металлов.

Таблица 13.30

Свойства некоторых видов минералокерамики

Марка	Группа	Плотность, г/см ³	$\sigma_{изг}$, МПа, не менее	HRA, не менее
-------	--------	---------------------------------	-----------------------------------	------------------

ЦМ-332	Оксидная, Al_2O_3	3,8	300–400	90
ВОК-60 ГОСТ25003-81	Оксидно-карбидная $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{WC}+\text{Mo}_2\text{C}$	4,2	600–750	92-94
Селенит Р ТУ06-339-78	Оксидно-нитридная $\text{Al}_2\text{O}_3+\text{SiC}$	-	500–700	HV 32 ГПа

Минералокерамика в отличие от металлокерамики не содержит в качестве связующего материала металлы. Поэтому адгезия пресуемого материала по отношению к материалу инструмента должна быть меньше. Недостатком минералокерамики является повышенная хрупкость и чувствительность к термическим ударам. Вместе с тем на внедрение минералокерамики в качестве инструмента при прессовании возлагают большие надежды.

Минералокерамика может применяться в виде вставок в прессовые матрицы.

13.4. Синтетические сверхтвердые материалы

Синтетические сверхтвердые материалы (см. табл. 13.31) обладают высокой износостойкостью, твердостью и низким коэффициентом трения.

Выделяют три основных группы технологий производства этих материалов.

- Синтез из гексагонального нитрида бора – композит 01 (эльбор Р) и композит 02 (белбор).
- Синтез из вюртцитоподобной модификации нитрида бора – композит 10 (гексонит Р) и композит 09.
- Спекание из порошков кубического нитрида бора с легирующими добавками – композиты 05 и 06.

Таблица 13.31

Свойства некоторых видов сверхтвердых материалов

Марка	$\sigma_{\text{изг}}$, МПа,	$\sigma_{\text{сж}}$, МПа	Плотность, г/см ³	HRA, не менее	Теплостой- кость, °С
BO13 ГОСТ 26630-85	400	-	4,5	93	1100
Селенит Р ТУ 2-036-087-82	750	2500	4,0	94–96	1200
Композит 01 и 02 ТУ 2-035-982-85	500	3000	4,0	HV 80 ГПа	1300
Композит 05 и 06	500	3500	4,0	HV 70 ГПа	-
Композит 09	1000	5000	4,2	HV 80 ГПа	1100
Композит 10	1000	4500	4,5	HV 65 ГПа	1100

Среди других инструментальных сверхпрочных материалов можно выделить следующие.

- Новый поликристаллический материал киборит на основе спеченного нитрида бора со связующими компонентами.
- Новый поликристаллический материал Томал 10 в виде крупных двухслойных кристаллов нитрида бора.
- Двухслойные поликристаллы, получаемые спеканием зерен синтетических алмазов со связующим компонентом.

Такого типа материалы в настоящее время применяются, в основном, для изготовления режущего инструмента, твердость их такова, что они способны обрабатывать металлокерамические твердые сплавы. Для применения их в качестве материала прессового инструмента необходимо проведение дополнительных испытаний.

13.5. Стоимость инструментальных материалов

Ниже приведены цены на материалы, из которых изготавливается прессовый инструмент. Из анализа этих данных видно, что наиболее дешевыми материалами являются жаропрочные инструментальные стали типа 5ХНМ. Жаропрочные сплавы на основе никеля обладают более высоким уровнем теплостойкости, но их стоимость примерно на порядок более высока.

Таблица 13.32

Цены на инструментальные жаропрочные стали в 2010 г.

Название сплава	Вид продукции	Цена, руб/т	Цена, \$/т
5ХНМ	Круг 250	24000	800
5ХНМ	Круг 100	25000	833
3Х2В8Ф	Круг 100 (деф)	65000	2166
3Х2В8Ф	Круг 180 (лит)	60000	2000

Таблица 13.33

Цены на инструментальные жаропрочные
никелевые сплавы в 2010 г.

Название сплава	Вид про- дукции	Цена, руб/т	Цена, \$/т
ХН35ВТЮ	Круг	190000	6333
ХН77ТЮР (ЭИ437Б)	Круг 12	277140	9238
ХН77ТЮР (ЭИ437Б)	Круг 56	277140	9238
ХН60ВТ	Круг 100	400000	13333
ХН56ВМТЮ	Прутки	770000	25667
Н80ХЮД-ВИ	Круг 68	334800	11160

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Перечислите все виды прессового инструмента.
2. Каков порядок расчетов инструмента на прочность?
3. Перечислите механические характеристики инструментальных материалов, которые могут понадобиться для выполнения прочностных расчетов прессового инструмента.
4. В чем особенности расчета контейнера?
5. С какой целью выполняют контейнер многослойным?
6. Каков характер напряжений, возникающих в однослойном и многослойном контейнерах в нагруженном и ненагруженном состояниях?
7. Каков способ соединения втулок контейнера?

8. В чем особенности расчета пресс-штемпеля?
9. Каков характер нагружения пресс-штемпеля?
10. В чем особенности расчета иглы при прошивке?
11. В чем особенности расчета иглы при прессовании?
12. Какие нагрузки испытывает игла в различные моменты работы пресса?
13. В чем особенности расчета матриц?
14. Каков порядок расчета консольных элементов матриц?
15. Каковы характерные виды выхода из строя прессового инструмента?
16. Каков порядок расчета одноканальных матриц с очком простой формы?
17. Покажите возможность применения метода конечных элементов для анализа работы прессового инструмента.
18. Как влияет температура на характер прочностных расчетов прессового инструмента?
19. Перечислите марки инструментальных материалов, применяемых для изготовления прессового инструмента.
20. Каковы предельные температуры стойкости различных инструментальных материалов?

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Желобов В.В. Инструмент для горячего прессования металлов / В.В. Желобов, Г.И. Зверев. М.-Л.: Машиностроение, 1965. 164 с.
2. Писаренко Г.С. Справочник по сопротивлению материалов / Г.С. Писаренко, А.П. Яковлев, В.В. Матвеев. Киев: Наукова думка, 1988. 736 с.
3. Ерманок М.З. Прессование панелей из алюминиевых сплавов / М.З. Ерманок. М.: Metallurgy, 1974. 232 с.
4. Ерманок М.З. Производство профилей из алюминиевых сплавов / М.З. Ерманок, В.И. Фейгин. М.: Metallurgy, 1972. 272 с.
5. Перлин И.Л. Теория прессования металлов / И.Л. Перлин, Л.Х. Райтбарг. М.: Metallurgy, 1975. 448 с.
8. Шевакин Ю.Ф. Производство труб / Ю.Ф. Шевакин, А.З. Глейберг. М.: Metallurgy, 1968. 440 с.
9. Логинов Ю.Н. Автоматизированный расчет технологических параметров прессования: методические указания / Ю.Н. Логинов, С.П. Буркин, Е.А. Андрюкова. Свердловск: УПИ, 1988. 37 с.
10. Хензель А. Расчет энергосиловых параметров в процессах обработки металлов давлением: справочник / А. Хензель, Т. Шпиттель. М.: Metallurgy, 1982. 360 с.
11. Логинов Ю.Н., Буркин С.П. Технология прессования специальных сплавов в решениях задач: учебное пособие / Ю.Н. Логинов, С.П. Буркин. Екатеринбург: УГТУ, 2000. 69 с.
12. Логинов Ю.Н. Анализ на ЭВМ параметров прессования / Ю.Н. Логинов, С.П. Буркин. Екатеринбург: УПИ, 1994. 36 с.
13. Готлиб Б.М. Основы статистической теории обработки металлов давлением / Б.М. Готлиб, И.А. Добычин, В.М. Баранчиков. М.: Metallurgy, 1980. 168 с.
14. Колмогоров В.Л. Механика обработки металлов давлением: учебник для вузов / В.Л. Колмогоров. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2001. 836 с.
15. Буркин С.П. Технология прессования специальных сплавов. Вопросы и задачи / С.П. Буркин, Ю.Н. Логинов. Свердловск: УПИ, 1991. 35 с.
16. Позняк Л.А. Инструментальные стали: справочник / Л.А. Позняк, С.И. Тишаев, Ю.М. Скрынченко и др. М.: Metallurgy, 1977. 168 с.
17. Арзамасов Б.Н. Конструкционные материалы: справочник / Б.Н. Арзамасов, В.А. Брострем, Н.А. Буше и др.; под ред. Б.Н. Арзамасова. М.: Машиностроение, 1990. 688 с.

18. Справочник по машиностроительным материалам. Т.1 / под ред. Г.И. Погодина-Алексеева. М.: Машгиз, 1959. 908 с.
19. Марочник сталей и сплавов / под ред. В.Г. Сорокина. М.: Машиностроение, 1989. 640 с.
20. Масленков С.Б. Стали и сплавы для высоких температур. Кн.1 / С.Б. Масленков, Е.А. Масленкова. М.: Металлургия, 1991. 383 с.
21. Шевакин Ю.Ф. Прессование тяжелых цветных металлов и сплавов / Ю.Ф. Шевакин, Л.М. Грабарник, А.А. Нагайцев. М.: Металлургия, 1987. 246 с.
22. Логинов Ю.Н. Технология производства заготовок из твердых сплавов: учебное пособие / Ю.Н. Логинов. Свердловск: УПИ, 1984. 52 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Таблица П.1

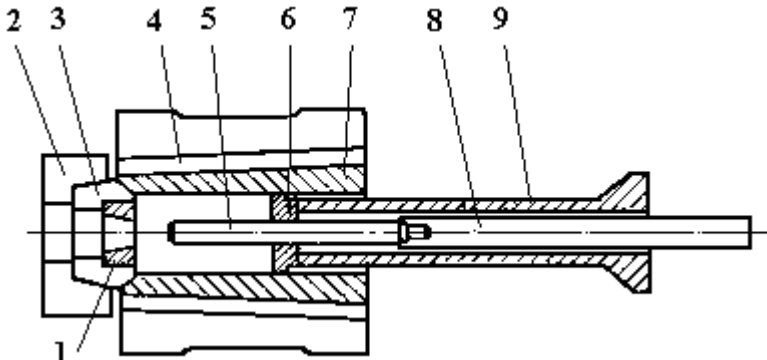
Механические свойства основных сталей и сплавов,
применяемых для изготовления прессового инструмента

Марка стали, ГОСТ	Температу- ра испытан- ий $t_{\text{исп}}$, °C	Временное сопротив- ление σ_B , МПа	Условный предел текучести $\sigma_{0.2}$, МПа	Относи- тельное удлинение δ , %	Относи- тельное сужение ψ , %	Твердость HRC
5ХНВ ГОСТ 5950- 73	20 400 500	1450 1270 900	1300 1000 700	10 15 18	42 48 58	42 37 29
5ХНМ ГОСТ 5950- 73	20 400 500	1270 1160 870	1090 960 850	14 10 14	44 35 62	29 39 35
3Х2В8Ф ГОСТ 5950- 73	20 400 500	1950 1530 1460	1800 1400 1360	6.4 5.6 8.3	25 - 15	46,5 - -
5Х2НМФС ГОСТ 5950- 73	20 400 500	1530 1340 1200	1360 1360 1170	8.3 11 13.8	15 39 56	48 - -
4ХМФС (40ХСМФ) ГОСТ 5950- 73	20 400 500	1780 1500 1320	1620 1300 1200	12 12 11	55 48 50	47 - -
4Х4ВМФС (ДИ-22) ГОСТ 5950- 73	20 400 500	1780 1500 1260	1600 1330 1120	9 10 11	38 45 50	48,5 - -
4Х5В2ФС (ЭИ958) ГОСТ 5950- 73	20 400 500	1860 1560 1300	1550 1420 1150	11 10 10	50 47 50	47,5 - -
3Х3М3Ф ГОСТ 5950- 73	20 400 500	1700 1400 1280	1500 1300 1150	12 10 11	50 50 47	46 - -
2Х6В8М2К8 ГОСТ 5950- 73	20 650 700	1680 1580 1280	1510 1270 1120	11 11 11,5	24 26 26	60 50 47
ХН35ВТЮ	20 500 550	1370 1200 1140	900 810 -	32 21 18	34 38 32	- - -

ХН62МВКЮ	20	1250	880	24	28	-
	700	1000	750	12	28	-
	800	950	650	8	15	-

Таблица П.2

Марки материала для основного инструмента горизонтального гидравлического пресса

		
Номер позиции	Наименование инструмента	Марка материала
1	Матрицы цельные и обоймы сборных матриц	3Х2В8Ф, 3Х3М3Ф 4Х3М2ВФГС
	Матричные вставки	ХН51ВМТЮКФР, ХН56ВМКЮ, ХН62МВКЮ, ХН35ВТЮ, ЖС6К, Н80БМ, Н80БМЮ, ВК8, ВК15, ЦМ332
2	Подвижная головка (мундштук) или матричная доска	Сталь 50
3	Матрицедержатель	4Х2В, 0ХН3ВФ, 4Х3М2ВФГС, 4Х4ВМФС, 5Х3В3МФС, 5ХНВ, 5ХНМ, 3ХВ4СФ, 4Х5В2ФС
4	Промежуточная втулка	5ХНВ, 5ХНМ
5	Иглы диаметром, мм: - менее 20 и носи́ки бутылочных игл - 20–35 - 35–50 - 50–70 - более 70	ХН62МВКЮ, 5Х3В3МФС, ЖС6К, 5Х3В3МФС, 4Х3М2ВФГС, 3Х2В8Ф, 3Х2В8Ф, 4Х4ВМФС, 3Х3М3Ф, 4Х4ВМФС, 4ХВ2С, 3Х3М3Ф, 38ХН3МФА, 3Х3М3Ф
6	Пресс-шайба	3Х2В8, 4ХВ2С, 4Х8В2, 38ХН3МФА, 3Х3М3Ф
7	Втулка внутренняя (рабочая)	4Х2В, 0ХН3ВФ, 38ХН3МФА, 5ХНВ, 5ХНМ, 3ХВ4СФ, 3Х3М3Ф

8	Иглодержатель	4Х2В, 0ХНЗВФ
9	Пресс-штемпель	4Х2В, 0ХНЗВФ, 7ХЗ, 38ХНЗМФА, 5ХНВ, 5ХНМ, 3Х2В8Ф

Таблица П.3

Размеры основного инструмента типовых гидравлических прессов [1]

Вид инструмента	Размеры инструмента, мм					
	вертикальных прессов усилием		горизонтальных прессов усилием			
	6 МН	10 МН	10-20 МН	30-50 МН	80 МН	200 МН
Рабочая втулка *	80, 85, 100, 120	130, 150, 180, 205	150, 180, 205, 255	205, 255, 306, 408, 450	306, 408, 450, 500, 650	450, 500, 650–800
Пресс-штемпели	75–115	125–195	145–245	195–440	295–640	435–780
Пресс-шайбы	80–120	130–205	150–255	205–450	306–650	450–800
Матрицедержатели	80–120	130–205	150–255	205–450	306–650	450–800
Иглодержатели	-	-	40–80	60–100	120–480	250–600
Иглы	15–40	20–60	15–80	40–280	100–450	230–570
Матрицы:						
одноканальные	80–120	80–160	90–160	90–350	160–500	200–780
многоканальные	-	-	120–160	120–200	-	-

*Указаны внутренний диаметр рабочих втулок и наружный диаметр остального инструмента. Длина рабочих втулок составляет 400–500 мм на вертикальных и 750–1400 мм на горизонтальных прессах.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Текст программы расчета на прочность контейнера горизонтального гидравлического прессы

```
1 COLOR 1,2
2 REM ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ КОНТЕЙНЕРА ГИДРАВЛИЧЕСКОГО
  ПРЕССА
3 DIM Q(10),E(10),D1(10),D2(10),P1(10),P2(10),T1(10),T2(10),R1(10),R2(10),
  S1(10), S2(10)
4 SCREEN 2 :COLOR 1,1:CLS: FOR I=1 TO 9 : PRINT : NEXT I
5 PRINT "
[REDACTED]"
6 PRINT "
[REDACTED]"
7 PRINT " [REDACTED] ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ КОНТЕЙНЕРА [REDACTED]"
8 PRINT "
[REDACTED]"
9 PRINT "
[REDACTED]"
10 COLOR 1,1:FOR I=1 TO 10: PRINT : NEXT I : PRINT "ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ
  РАСЧЕТОВ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ <---┐";:INPUT V$
11 FOR I=1 TO 30 : PRINT : NEXT I : PRINT "УКАЖИТЕ ИМЯ ФАЙЛА ДЛЯ
  РЕЗУЛЬТАТОВ РАСЧЕТА ";:INPUT F$
12 FOR I=1 TO 30 : PRINT : NEXT I
13 PRINT "УКАЖИТЕ КОЛИЧЕСТВО БАНДАЖЕЙ (ВТУЛОК) В КОНТЕЙ-
  НЕРЕ ";: INPUT N
15 FOR I=1 TO N
17 IF I=1 THEN PRINT "ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА
  РАБОЧЕЙ ВТУЛКИ, ММ ";:INPUT D1(I):GO TO 25
20 PRINT "ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО ДИАМЕТРА "I-1"-ГО
  БАНДАЖА, ММ ";: INPUT D1(I)
25 IF I>1 THEN D2(I-1)=D1(I)
30 NEXT I
32 IF N=1 THEN PRINT "ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО ДИАМЕТРА
  КОНТЕЙНЕРА , ММ ";:INPUT D2(N):GO TO 40
35 PRINT "ВВЕДИТЕ ЗНАЧЕНИЕ ВНЕШНЕГО ДИАМЕТРА "N-1"-ГО
  БАНДАЖА, ММ ";: INPUT D2(N)
40 PRINT "УКАЖИТЕ ВЕЛИЧИНУ УСИЛИЯ ПРЕССОВАНИЯ НА ПРЕСС-
  ШАЙБЕ, МН ";: INPUT P
45  $K=4*P/(3.14159*(D1(1)/1000)^2)$ 
50 PRINT USING "ДАВЛЕНИЕ НА ПРЕСС-ШАЙБЕ,
```



```

МПА          #####. # ";К
55 K1=K*.6 : K2=K*.9
60 PRINT "ДИАПАЗОН ВОЗМОЖНЫХ ДАВЛЕНИЙ НА ВНУТРЕННЕЙ
СТЕНКЕ РАБОЧЕЙ"
61 PRINT "          ВТУЛКИ:"
62 PRINT
63 PRINT USING "          #####. # - #####. # , МПА";K1,K2
64 PRINT
65 PRINT "УКАЖИТЕ ВЫБРАННОЕ ЗНАЧЕНИЕ ВНУТРЕННЕГО ДАВЛЕ-
НИЯ, МПА      ";; INPUT P1(1)
70 IF N=1 THEN GOTO 120
75 FOR I=1 TO N-1
80 PRINT "ЗАДАЙТЕСЬ ВЕЛИЧИНОЙ ОТНОСИТЕЛЬНОГО НАТЯГА : "
85 PRINT "-ПРИ ГОРЯЧЕЙ ПОСАДКЕ БАНДАЖА "I+1" НА ВТУЛКУ
"Т"          ";; INPUT Q(I)
86 T=(Q(I)/(1.2*(10^-5)))+100!
90 P2(I)=2.15*100*1000*Q(I)*(D1(I+1)^2-D1(1)^2)*(D2(I+1)^2-D1(I+1)^2)
91 P2(I)=P2(I)/((2*D1(I+1)^2*(D2(I+1)^2-D1(1)^2)))
92 PRINT USING "ТЕМПЕРАТУРА НАГРЕВА  ##-ГО БАНДАЖА,
°C          #####";I+1,T
95 PRINT USING "ДАВЛЕНИЕ НАТЯГА БАНДАЖА  ##  НА ВТУЛКУ  ##
,МПА          #####. #"; I+1,I,P2(I)
100 PRINT "УСТРАИВАЮТ ЛИ ВАС ТАКИЕ ТЕМПЕРАТУРА И ДАВЛЕНИЕ
(Д,Н)      ";; INPUT V$
105 IF V$="Н" THEN PRINT "УКАЖИТЕ НОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ
ОТНОСИТЕЛЬНОГО НАТЯГА": GOTO 85
106 IF V$="Н" THEN PRINT "УКАЖИТЕ НОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ
ОТНОСИТЕЛЬНОГО НАТЯГА": GOTO 85
107 IF V$="Н" THEN PRINT "УКАЖИТЕ НОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ
ОТНОСИТЕЛЬНОГО НАТЯГА": GOTO 85
108 IF V$="Н" THEN PRINT "УКАЖИТЕ НОВОЕ ЗНАЧЕНИЕ
ОТНОСИТЕЛЬНОГО НАТЯГА": GOTO 85
110 P1(I+1)=P2(I)
115 NEXT I : P2(N)=0 : Q(N)=0
120 J=1
125 PRINT "ВЕЛИЧИНА ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ "J"-Й ВТУЛКИ,
МПА "
130 PRINT "(ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ СПРАВКИ О ПРЕДЕЛЬНЫХ
НАПРЯЖЕНИЯХ ВВЕДИТЕ 0) ";; INPUT E(J)
132 IF E(J)<.5 THEN GOSUB 1800
133 J=J+1
134 IF J<=N THEN GOTO 125
135 PRINT "ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ РАСЧЕТОВ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ

```

```

<----┘";:INPUT V$
150 REM РАСЧЕТ НАПРЯЖЕНИЙ В БАНДАЖАХ
155 REM НАПРЯЖЕНИЯ ОТ ДАВЛЕНИЯ ПРЕССОВАНИЯ
160 FOR J=1 TO N
165 X=P1(1) : Y=0
170 B=D1(1) : H=D2(N)
175 D=D1(J)
180 GOSUB 500
185 T1(J)=T : REM ТАНГЕНЦИАЛЬНОЕ
190 R1(J)=R : REM РАДИАЛЬНОЕ
195 IF J=1 THEN GOTO 205
200 T2(J-1)=T1(J) : R2(J-1)=R1(J)
205 NEXT J
210 D=D2(N) : GOSUB 500
215 T2(N)=T : R2(N)=R
230 REM НАПРЯЖЕНИЯ ОТ НАТЯГА
232 REM НАПРЯЖЕНИЯ НА ВНУТРЕННИХ ВОЛОКНАХ
240 FOR J=2 TO N
245 X=P1(J) : Y=0
250 B=D1(J) : H=D2(N)
255 FOR I=J TO N
260 D=D1(I) : GOSUB 500
265 T1(I)=T1(I)+T : R1(I)=R1(I)+R
270 IF I>J THEN T2(I-1)=T2(I-1)+T : R2(I-1)=R2(I-1)+R
275 IF I=N THEN D=D2(N) : GOSUB 500 : T2(N)=T2(N)+T : R2(N)=R2(N)+R
285 NEXT I : NEXT J
300 REM НАПРЯЖЕНИЯ ВО ВНЕШНИХ ВТУЛКАХ
305 FOR J=1 TO N
310 X=0: Y=P2(J)
315 B=D1(1): H=D2(J)
320 FOR I=1 TO J
325 D=D1(I) : GOSUB 500
330 T1(I)=T1(I)+T : R1(I)=R1(I)+R
332 IF I<>1 THEN T2(I-1)=T2(I-1)+T : R2(I-1)=R2(I-1)+R
335 IF I=J THEN D=D2(J) : GOSUB 500 : T2(I)=T2(I)+T : R2(I)=R2(I)+R
340 NEXT I: NEXT J
345 REM ЭКВИВАЛЕНТНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ
350 FOR J=1 TO N
355 T=T1(J) : R=R1(J) : GOSUB 600 : S1(J)=S
360 T=T2(J) : R=R2(J) : GOSUB 600 : S2(J)=S
365 NEXT J
368 PALETTE 0,0 : CLS
370 S100=0

```

```

371 IF S100=0 THEN OPEN "O",#1,"CON"
372 IF S100=1 THEN OPEN "O",#1,F$
374 FOR I=1 TO 5 : PRINT#1, : NEXT I
375 PRINT#1, "                                ТАБЛИЦА"
376 PRINT#1,
377 PRINT#1, "                РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОЧНОСТНОГО РАСЧЕТА КОНТЕЙ-
НЕРА                "
378 PRINT#1,
380 PRINT#1,
"_____
|               |               |               |
|               |               |               |
|               |               |               |
381 PRINT#1, "    | ВНУТРЕН- | ВЕЛИЧИНА |   Н А П Р Я Ж Е Н И Я,
МПА | КОЭФФИ-   "
382   PRINT#1, "НО-   | НИЙ   ДИА- |   НАТЯГА
|_____ | ЦИЕНТ   "
383 PRINT#1, "МЕР | МЕТР |_____ |   ЭКВИВА-
ЛЕНТНЫЕ | ЗАПАСА   "
384   PRINT#1, "ВТУЛ | ВТУЛКИ, | ОТНОСИ- | АБСО- |   НАТЯГА
|_____ | ПРОЧ-   "
385 PRINT#1, "КИ | ММ | ТЕЛЬНЫЙ | ЛЮТНЫЙ, |   | ВНУТРЕННИЙ |
НАРУЖНЫЙ | НОСТИ   "
386 PRINT#1, "    |   | ММ |   | СЛОЙ | СЛОЙ |   "
387 PRINT#1,
"_____
|               |               |               |               |
|_____ |               |               |               |
388 FOR J=1 TO N
390 Z=E(J)/S1(J)
391 IF S2(J)>S1(J) THEN Z=E(J)/S2(J)
392 PRINT#1, USING " ## |#####.# |#.##### |#####.# |#####.# |#####.#
|#####.# |##.## ";J,D1(J),Q(J),Q(J)*D2(J),P2(J),S1(J),S2(J),Z
393 NEXT J
394 PRINT#1,
"_____
|_____ |               |               |               |
395 IF S100=0 THEN CLOSE #1 : S100=1 : GO TO 371
396 FOR I=1 TO 22 : PRINT :NEXT I
400 PRINT "ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ РАСЧЕТОВ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ <---
└ ";: INPUT V$
401 GOTO 630
405 FOR I=1 TO 22 : PRINT :NEXT I
407 PRINT "ХОТИТЕ ПОВТОРИТЬ РАСЧЕТ С НОВЫМИ ПАРАМЕТРАМИ
(Д,Н) ";: INPUT V$
410 IF V$="Д" THEN GOTO 10

```

```

415 IF V$="D" THEN GOTO 10
420 IF V$="Д" THEN GOTO 10
425 IF V$="d" THEN GOTO 10
430 CLS: FOR I=1 TO 9 : PRINT : NEXT I
431 PRINT
"
"
432 PRINT
"
"
433 PRINT "      ПРОЧНОСТНОЙ РАСЧЕТ КОНТЕЙНЕРА ЗАКОНЧЕН
"
434 PRINT
"
"
435 PRINT
"
"
436 FOR I=1 TO 10: PRINT : NEXT I
440 PRINT "ДЛЯ ВЫХОДА ИЗ ПРОГРАММЫ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ <---
└ "; INPUT V$
450 SYSTEM : END
500 REM РАСЧЕТ ТАНГЕНЦИАЛЬНЫХ (Т) И РАДИАЛЬНЫХ (Р) НАПРЯЖЕ-
НИЙ
510 A=(X*B^2-Y*H^2)/(H^2-B^2)
520 A1=(X-Y)*B^2*H^2/((H^2-B^2)*D^2)
530 T=A+A1 : R=A-A1
550 RETURN
600 REM РАСЧЕТ ЭКВИВАЛЕНТНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ
610 S=SQR(T^2+R^2-T*R)
620 RETURN
630 PRINT "ХОТИТЕ ПРОВЕРИТЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕНИЙ В
БАНДАЖАХ  "
635 PRINT "      КОНТЕЙНЕРА (Д,Н)                ";;INPUT V$
636 IF V$="H" THEN GOTO 710
637 IF V$="N" THEN GOTO 710
638 IF V$="n" THEN GOTO 710
639 IF V$="h" THEN GOTO 710
642 PALETTE 0,0 : CLS
645 IF S100=0 THEN OPEN "O",#1,"CON"
648 FOR I=1 TO 5 : PRINT#1, : NEXT I
650 PRINT#1, "
ТАБЛИЦА "
651 PRINT#1,

```



```

727 PRINT " | СЛОЙ | СЛОЙ "
728 PRINT "
-----"
755 FOR J=1 TO N
760 PRINT USING " #####.# | #####.#
| #####.#";D1(J),S1(J),S2(J)
770 NEXT J
820 COLOR 1,1
870 M=D2(N)/200
880 FOR I=1 TO N : D2(I)=INT(D2(I)/M) : D1(I+1)=D2(I) : NEXT I
890 D2(N)=INT(D2(N)) : D1(1)=INT(D1(1)/M)
900 FOR I=N TO 1 STEP -1
902 PALETTE 0,0
910 CIRCLE (150,100),D2(I)/2,4
920 REM PAINT (149,101),I
930 NEXT I
940 CIRCLE (150,100),D1(1)/2,4
950 PAINT (148,102),4
951 M=0
952 FOR I=1 TO N
953 IF S1(I)>M THEN M=S1(I)
954 NEXT I
958 M=(2*M/D2(N)) : IF M<1 THEN M=1:REM 50-МАСШТАБ ЭПЮРЫ
959 FOR I=1 TO N : S1(I)=INT(S1(I)/M) : S2(I)=INT(S2(I)/M)
960 A=(S1(I)-S2(I))/((D2(I)-D1(I))/2)^2
980 FOR J=100 TO 100-S1(I) STEP -1: PSET (150+D1(I)/2,J),2: NEXT J
982 REM
985 FOR J=100 TO 100-S2(I) STEP -1: PSET (150+D2(I)/2,J),2: NEXT J
990 REM LINE (150+D1(I)/2,100-S1(I))-(150+D2(I)/2,100-S2(I))
991 FOR X=0 TO ((D2(I)-D1(I))/2)
992 Y=INT(S2(I)+A*X^2)
994 FOR J=100 TO 100-Y STEP -1
995 PSET (150+D2(I)/2-X,J),2
996 NEXT J : NEXT X : NEXT I
1001 REM ПОСТРОЕНИЕ ОСЕВЫХ ЛИНИЙ
1003 LINE (150,10)-(150,40), 2:PSET (150,60 ),2:LINE (150,80 )-(150,120),2:PSET
(150,140), 2:LINE (150,160)-(150,190),2
1004 LINE (30,100)-(90,100), 2:PSET (110,100),2:LINE (130,100)-
(170,100),2:PSET (190,100), 2:LINE (210,100)-(270,100),2
1005 REM FOR I=1 TO 250 : PSET (150,I),4 : NEXT I
1010 REM FOR I = 1 TO 320 : PSET (I,100),4 : NEXT I
1130 PRINT "ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ РАСЧЕТОВ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ <---
└ "; INPUT V$

```

```

1140 REM SCREEN 2
1145 REM SCREEN 0
1146 COLOR 1,1 : CLS
1200 GOTO 405
1800 CLS : PRINT: PRINT
1810 PRINT "      МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ ДЛЯ      "
1850 PRINT "      ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА      "
1910 PRINT "      "
1911 PRINT "      "

```

	ТЕМПЕРА-	ПРЕДЕЛ	УСЛОВНЫЙ
	ТУРА	ПРОЧНОСТИ	ПРЕДЕЛ
МАРКА СТАЛИ	ИСПЫТАНИЯ		ТЕКУЧЕСТИ
1912 PRINT " "	°C	МПА	МПА
1913 PRINT " "			
1914 PRINT " "			
1915 PRINT " "			
1916 PRINT " "			
1917 PRINT " "			
1918 PRINT " 4X4МВФ "	20	1823	1705
1919 PRINT " "	400	1641	1490
1920 PRINT " "	500	1470	1313
1921 PRINT " "			
1922 PRINT " 4X4НМВФ "	20	1921	1803
1923 PRINT " "	400	1741	1597
1924 PRINT " "	500	1519	1411
1925 PRINT " "			

```

1926 IF J=1 THEN PRINT "ВЕЛИЧИНА ПРЕДЕЛЬНЫХ  НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ
"J"-Й ВТУЛКИ , МПА  "; INPUT E(J) :IF E(J)>1 THEN GOTO 133
1927 IF J>1 THEN PRINT "ВЕЛИЧИНА ПРЕДЕЛЬНЫХ  НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ
"J"-Й ВТУЛКИ , МПА  "; INPUT E(J) :IF E(J)>1 THEN GOTO 133
1928 PRINT "ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ РАСЧЕТОВ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ <---
┘ "; INPUT V$:CLS
1929 PRINT:PRINT
1930 PRINT "      МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ ДЛЯ      "
1931 PRINT "      ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА      "
1932 PRINT "      "
2001 PRINT "      "

```

	ТЕМПЕРА-	ПРЕДЕЛ	УСЛОВНЫЙ
	ТУРА	ПРОЧНОСТИ	ПРЕДЕЛ
МАРКА СТАЛИ	ИСПЫТАНИЯ		ТЕКУЧЕСТИ
2002 PRINT " "			
2003 PRINT " "			
2004 PRINT " "			

```

2005 PRINT "
|-----"
2006 PRINT "      | °C      | МПА      | МПА      "
2007 PRINT "
|-----"
2008 PRINT "      4X5B2ΦC | 20      | 1901     | 1744     "
2009 PRINT "      | 400     | 1666     | 1509     "
2010 PRINT "      | 500     | 1441     | 1303     "
2011 PRINT "
|-----"
2012 PRINT "      5XHB      | 20      | 1216     | 1000     "
2013 PRINT "      | 400     | 991      | 923      "
2014 PRINT "      | 500     | 874      | 814      "
2015 PRINT "
|-----"
2016 IF J=1 THEN PRINT "ВЕЛИЧИНА ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ
"J"-Й ВТУЛКИ , МПА "; INPUT E(J) :IF E(J)>1 THEN GOTO 133
2017 IF J>1 THEN PRINT "ВЕЛИЧИНА ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ
"J"-Й ВТУЛКИ , МПА "; INPUT E(J) :IF E(J)>1 THEN GOTO 133
2020 PRINT "ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ РАСЧЕТОВ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ <---
┘"; INPUT VS:CLS
2025 PRINT: PRINT
2027 PRINT "      МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ ДЛЯ      "
2028 PRINT "      ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА      "
2029 PRINT "      "
2030 PRINT "
|-----"
2031 PRINT "      | ТЕМПЕРА- | ПРЕДЕЛ | УСЛОВНЫЙ "
2032 PRINT "      | ТУРА      | ПРОЧНОСТИ | ПРЕДЕЛ "
2033 PRINT "      МАРКА СТАЛИ | ИСПЫТАНИЯ | ТЕКУЧЕСТИ "
2034 PRINT "
|-----"
2035 PRINT "      | °C      | МПА      | МПА      "
2036 PRINT "
|-----"
2037 PRINT "      4X5B2ΦC | 20      | 1901     | 1744     "
2038 PRINT "      | 400     | 1666     | 1509     "
2039 PRINT "      | 500     | 1441     | 1303     "
2040 PRINT "
|-----"
2046 PRINT "      3X3B8      | 20      | 1911     | 1764     "
2047 PRINT "      | 400     | 1499     | 1372     "
2048 PRINT "      | 500     | 1431     | 1333     "

```


2049 PRINT "

2050 IF J=1 THEN PRINT "ВЕЛИЧИНА ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ
"J"-Й ВТУЛКИ , МПА "; INPUT E(J) :IF E(J)>1 THEN GOTO 133

2055 IF J>1 THEN PRINT "ВЕЛИЧИНА ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ
"J"-Й ВТУЛКИ , МПА "; INPUT E(J) :IF E(J)>1 THEN GOTO 133

2060 PRINT "ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ РАСЧЕТОВ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ
<---┘"; INPUT V\$:CLS

2500 PRINT: PRINT

2900 PRINT " МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА СТАЛЕЙ ДЛЯ "

2910 PRINT " ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРЕССОВОГО ИНСТРУМЕНТА "

2920 PRINT "

2931 PRINT "

2942 PRINT " ТЕМПЕРА- ПРЕДЕЛ УСЛОВНЫЙ "

2953 PRINT " ТУРА ПРОЧНОСТИ ПРЕДЕЛ "

2964 PRINT " МАРКА СТАЛИ ИСПЫТАНИЯ ТЕКУЧЕСТИ "

2975 PRINT " °С МПА МПА "

2986 PRINT "

3000 PRINT "

3042 PRINT " 4X5M2ФС 20 2176 1784 "

3043 PRINT " 500 1578 1313 "

3044 PRINT "

3045 PRINT " 40XCH2МВФ 20 1862 1695 "

3046 PRINT " 480 1548 1421 "

3047 PRINT " 530 1421 1343 "

3048 PRINT "

3050 IF J=1 THEN PRINT "ВЕЛИЧИНА ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ
"J"-Й ВТУЛКИ , МПА "; INPUT E(J) :IF E(J)>1 THEN GOTO 133

3055 IF J>1 THEN PRINT "ВЕЛИЧИНА ПРЕДЕЛЬНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ДЛЯ
"J"-Й ВТУЛКИ , МПА "; INPUT E(J) :IF E(J)>1 THEN GOTO 133

3060 PRINT "ДАННЫХ ПО ПРЕДЕЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЯМ ДЛЯ ДРУГИХ
СТАЛЕЙ НЕТ !"

3100 PRINT "ДЛЯ ПРОДОЛЖЕНИЯ РАСЧЕТОВ НАЖМИТЕ КЛАВИШУ <---
┘"; INPUT V\$: GOTO 1800: CLS

3150 RETURN

Объекты интеллектуальной собственности в области изготовления и эксплуатации прессового инструмента

Далее приводятся сведения о патентных разработках из международной базы данных Европейской патентной организации European Patent Organisation (сайт <http://worldwide.espacenet.com>).

Патентная информация охраняется соответствующим законодательством, поэтому не может быть искажена дополнительным редактированием. В соответствии с этим приведенные далее сведения отображены без дополнительной обработки в том виде, как они существуют в базе данных, включая язык изложения, нумерацию позиций на рисунках, прилагаемых к рефератам патентов и качеству воспроизведения этих рисунков.

Ниже представлен заглавный лист сайта поисковой системы Espacenet этой организации.

Europäisches Patentamt
 European Patent Office
 Office européen des brevets

Espacenet
 Patent search

About Espacenet Other EPO online services

Search Result list My patents list (0) Query history Settings Help

Smart search
Advanced search
 Classification search

Quick help

- How many search terms can I enter per field?
- How do I enter words from the title or abstract?
- How do I enter words from the description or claims?
- Can I use truncation/wildcards?
- How do I enter publication, application, priority and NPL reference numbers?
- How do I enter the names of persons and organisations?
- What is the difference between the IPC and the CPC?
- What formats can I use for the publication date?
- How do I enter a date range for a publication date search?
- Can I save my query?

Advanced search

Select the collection you want to search in

Worldwide - collection of published applications from 90+ countries

Enter your search terms - CTRL-ENTER expands the field you are in

Enter keywords in English

Title: plastic and bicycle

Title or abstract: hair

Enter numbers with or without country code

Publication number: WO2008014620

Application number: DE19971031696

Priority number: WO1995US15925

HOT EXTRUSION PROCESS FOR PRODUCING A METAL PART, EXTRUSION TOOL FOR IMPLEMENTING IT AND LANDING GEAR ROD THUS PRODUCED

Page bookmark WO2012152687 (A1) - HOT EXTRUSION PROCESS FOR PRODUCING A METAL PART, EXTRUSION TOOL FOR IMPLEMENTING IT AND LANDING GEAR ROD THUS PRODUCED

Inventor(s): HEBRARD LAURENT [FR] +

Applicant(s): AUBERT & DUVAL SA [FR]; HEBRARD LAURENT [FR] +

Classification:

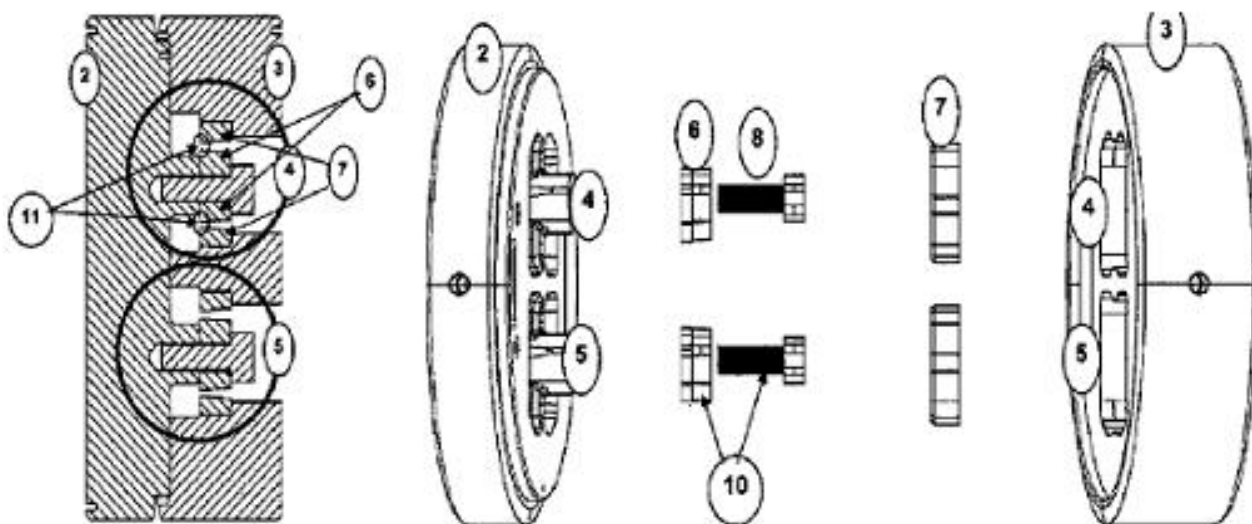
- international: B21C23/03; B21C23/18; B21K21/00; B64C25/00

- Euro: B21C23/03B; B21C23/18C; B21K21/00

Application number: WO2012EP58235 20120504

Priority number(s): FR20110054020 20110510

Abstract of WO2012152687 (A1)



Hot extrusion process and tool for producing a metal part (1), such as a landing gear, possessing a flow stress of 200 MPa or more when cold and comprising a tubular portion (2) one of the two ends of which is extended by a complex shape (3), said process comprising, after heating and hot transfer of the billet (11) to an extrusion press (6): at least one direct extrusion step using a first mandrel (4) in order to produce the complex shape (3); and at least one indirect extrusion step with a second mandrel (5) replacing the first, the second mandrel moving in the same direction and in the same way as the first mandrel (4) in the same extrusion tool (6) so as to produce all of the tubular portion (2) of the part (1).

Bibliographic data: GB2489697 (A) — 2012-10-10

Extruder Die

Page bookmark GB2489697 (A) - Extruder Die

Inventor(s): TOWNSEND ALAN [GB] +

Applicant(s): EROGA DIE CO LTD [GB] +

Classification:

- international: B21C25/02; B29C47/12

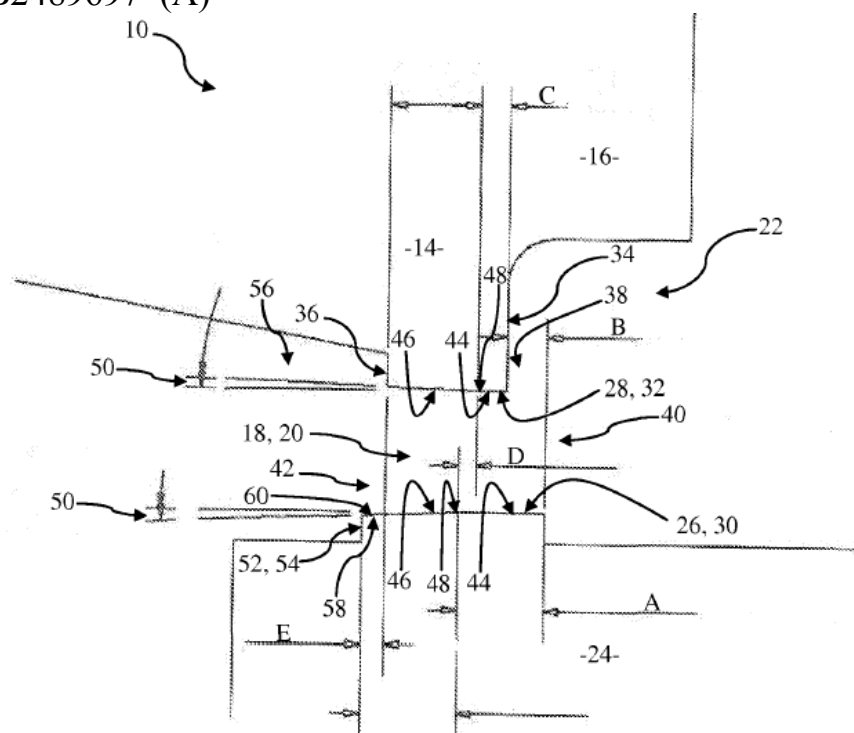
- Euro: B21C25/02

Application number: GB20110005644 20110404

Priority number(s): GB20110005644 20110404

Also published as: EP2508272 (A1)

Abstract of GB2489697 (A)



An extruder die 10 comprises a die cavity 18 having opposing walls defining first and second lands 30, 32 of different bearing lengths. Each land 30, 32 includes a leading flat portion 44 which extends in parallel or substantially parallel with the leading flat portion 44 of the other land, and a trailing negatively tapered bridge portion 46 following the leading flat portion 44. The negatively tapered bridge portion 46 of one land 30, 32 is axially offset D relative to the negatively tapered bridge portion 46 of the other land 30, 32 and may extend beyond the rear edge of the other bridge portion. The bridge portions may have the same or different relief angles and the exit bridge portion 60 may have a greater negative taper than the remainder of the bridge. The leading flat of one land may project forwardly of the leading flat of the other land. A preform chamber 22 with an offset entry chamber and an exit chamber 56, each with a non-uniform depth, may be provided. The extruder die 10 is intended for use with metals

such as aluminium and provides improved running of the extruded material, reducing induced pressure and improving extrusion speed.

Bibliographic data: WO2012119196 (A1) — 2012-09-13

EXTRUSION OF HIGH TEMPERATURE FORMABLE NON-FERROUS METALS
Page bookmark WO2012119196 (A1) - EXTRUSION OF HIGH TEMPERATURE FORMABLE NON-FERROUS METALS

Inventor(s): WILSON ROBERT [AU]; YOUSUFF MERCHANT [AU]; STONE NIGEL [AU]; RICHIE DAVID [AU]; CANTIN DELPHINE [AU]; GIBSON MARK [AU]; THOMAS IAN CURTIS [AU] +

Applicant(s): COMMW SCIENT IND RES ORG [AU]; WILSON ROBERT [AU]; YOUSUFF MERCHANT [AU]; STONE NIGEL [AU]; RICHIE DAVID [AU]; CANTIN DELPHINE [AU]; GIBSON MARK [AU]; THOMAS IAN CURTIS [AU] +

Classification:

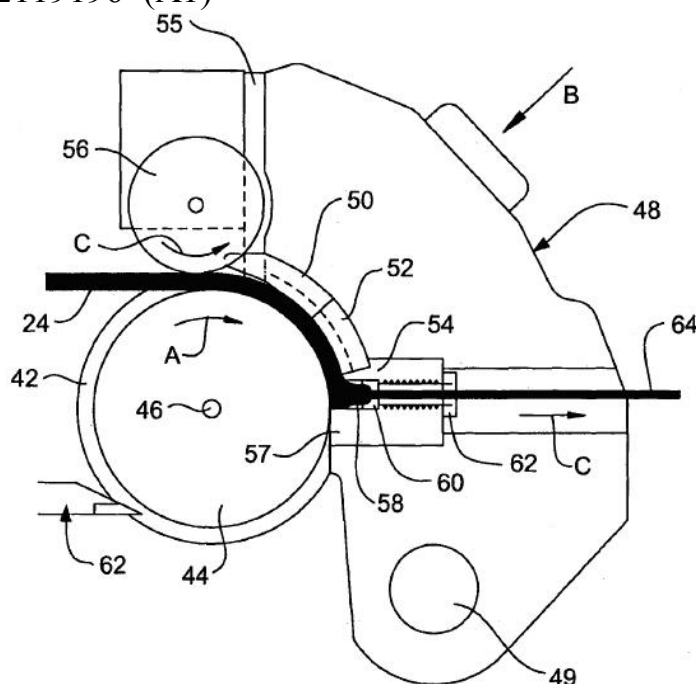
- international: B21C23/04; B21C23/08; B22F3/20

- Euro:

Application number: WO2012AU00231 20120307

Priority number(s): AU20110900864 20110310

Abstract of WO2012119196 (A1)



Extrusion of feed materials of a high temperature formable non-ferrous metal susceptible to embrittlement during air processing uses an extrusion system having a rotatable wheel and shoe covering part of the length of a groove around the periphery of the wheel to form an arcuate passageway, the shoe having an abutment which substantially closes a second end of the passageway and an extrusion die spaced from the abutment

by a die chamber. The process includes pre-heating the feed material to not less than about 390° C in a chamber defined by a feeder device, maintaining a protective atmosphere in the chamber of the feeder device while the feed material is heated. The pre-heated feed material then is passed to an inlet end of the passageway, and drawn along the passageway, to be forced by the abutment into the die chamber and through an extrusion orifice of the die to provide extruded product.

Bibliographic data: WO2009067045 (A1) — 2009-05-28

METHOD FOR PRODUCING SEAMLESS LARGE-DIAMETER PIPES

Page bookmark WO2009067045 (A1) - METHOD FOR PRODUCING SEAMLESS LARGE-DIAMETER PIPES

Inventor(s): PASECHNIK NIKOLAI VASILIEVICH [RU]; SIVAK BORIS ALEKSANDROVICH [RU]; KUROVICH ARKADY NIKOLAEVICH [RU]; SERGEEV ALEKSEY GRIGORIEVICH [RU]; SHUKHAT OLEG MIKHAILOVICH [RU] +

Applicant(s): OTKRYTOE AKZIONERNOE OBSHESTVO [RU]; OTKRYTOE AKTSIONERNOE OBSHESTVO [RU]; PASECHNIK NIKOLAI VASILIEVICH [RU]; SIVAK BORIS ALEKSANDROVICH [RU]; KUROVICH ARKADY NIKOLAEVICH [RU]; SERGEEV ALEKSEY GRIGORIEVICH [RU]; SHUKHAT OLEG MIKHAILOVICH [RU] +

Classification:

- international: B21C23/08; B30B1/32

- Euro: B21C23/03B; B21C23/08B; B21C23/20B; B30B11/26

Application number: WO2008RU00667 20081027

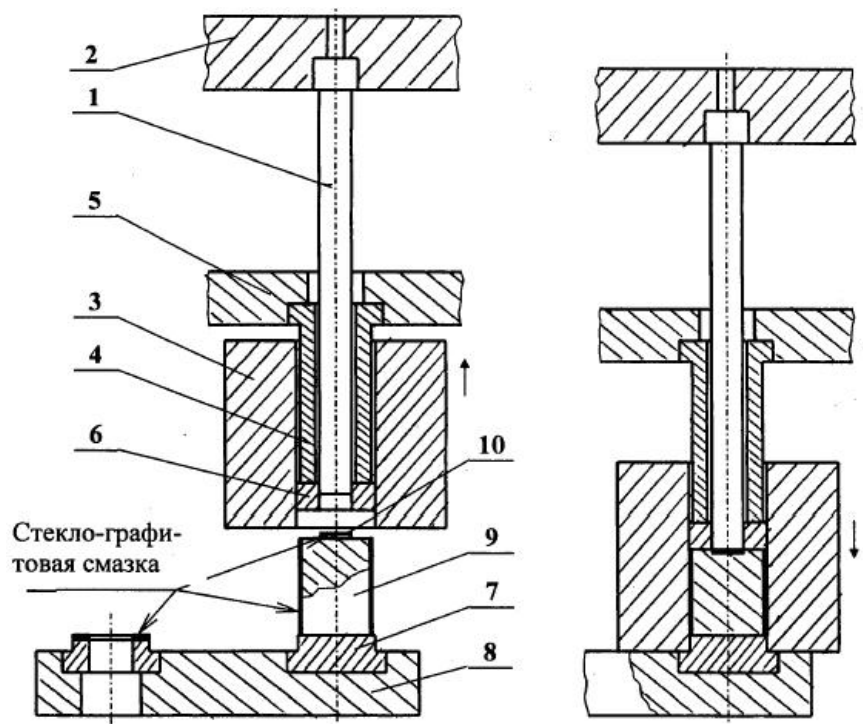
Priority number(s): RU20070142647 20071120

Also published as: WO2009067045 (A8) RU2351422 (C1) DE112008003085 (T5) CN101873900 (A) CN101873900 (B)

First page clipping of WO2009067045 (A1)

The invention relates to metal-forming processing, namely to producing seamless steel pipes. The inventive method involves heating a solid cylindrical billet, applying a glass-based working lubricant on said billet and an extrusion tool, carrying out the billet piecing, extruding a pipe, separating the thus produced pipe from extrusion discard and releasing the pipe from the die. The piercing and pressing operations are carried out on a vertical hydraulic pipe-extrusion press at one operational cycle thereof. The billet piecing operation is carried out by means of a press mandrel in a container and is preceded by the billet prepressing. The pipe is extruded by a direct pressing method when a metal flows through a die downwards under the action of an extrusion stem provided with a pressing disc with an elongation ratio equal to or greater than 1.4.; The working lubricant contains graphite taken in a graphite/glass volume ratio of (1:4)...(1:5). The invention makes it possible to combine the billet piercing and pipe

extrusion operations, to simplify the structural design for the press and to reduce the size and the mass thereof, to improve the performance of the pipe pressing process and to reduce metal waste during piercing and extrusion.



Bibliographic data: ITMI950138 (A1) — 1996-07-29

HIGH-PRODUCTIVITY DIRECT EXTRUSION PRESS FOR METAL BILLETS

Page bookmark ITMI950138 (A1) - HIGH-PRODUCTIVITY DIRECT EXTRUSION PRESS FOR METAL BILLETS

Inventor(s): SEMINARI RENATO; ZAMBETTI GUIDO +

Applicant(s): INNOCENTI ENG SPA [IT] +

Classification:

- international: B30B

- Euro:

Application number: IT1995MI00138 19950127

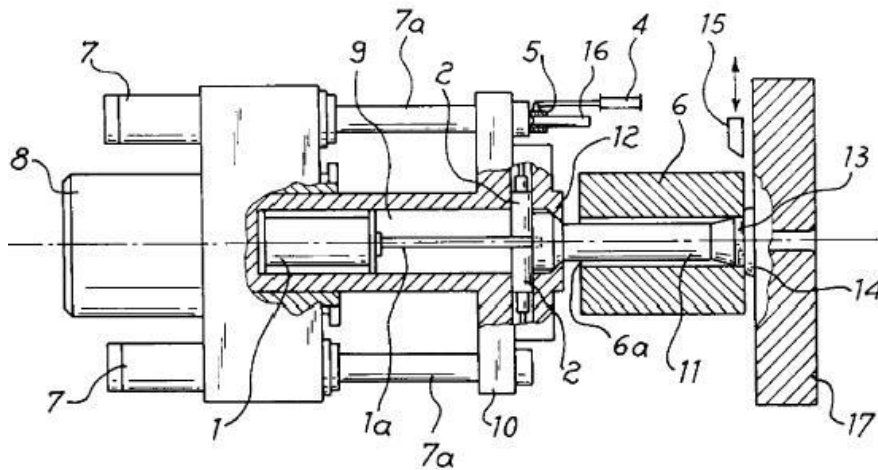
Priority number(s): IT1995MI00138 19950127

Also published as: IT1273461 (B)

Abstract of IT1273461 (B)

The description relates to an improved high-productivity direct extrusion press in which the pressing plunger 11 also performs the functions of thruster for feeding the billets 13 into the extrusion container 6, being actuated by a cylinder 1 housed in a coaxial cavity 9 of the main cylinder 8 of the press. The charger is preferably formed by two separate elements 3, 5, the element 5 of which, on the side of the container 6, is

movable longitudinally along a spindle 16, while the other element 3 is able to rotate only about said spindle 16. Lateral cylinders 7 connected to a movable cross-member 10 are also envisaged, said cross-member being able to be locked with said plunger 11 by means of transverse locking elements 2.



Bibliographic data: GB2063132 (A) — 1981-06-03

Cold extrusion process

Page bookmark GB2063132 (A) - Cold extrusion process

Inventor(s):

Applicant(s): HACKETT K P +

Classification:

- international: B21C23/04; B21C23/21; B21C31/00; (IPC1-7): B21C23/04; B30B11/22

- Euro: B21C23/04; B21C23/21; B21C31/00

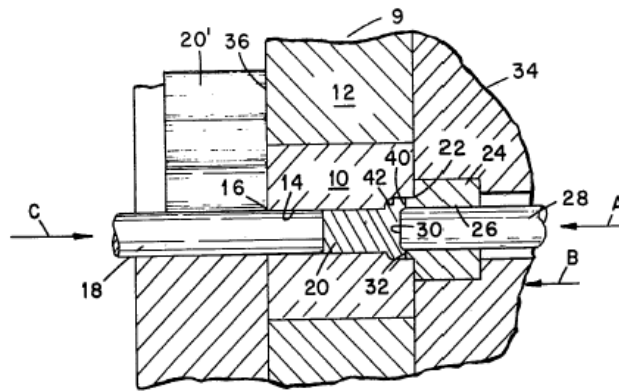
Application number: GB19790039154 19791112

Priority number(s): GB19790039154 19791112

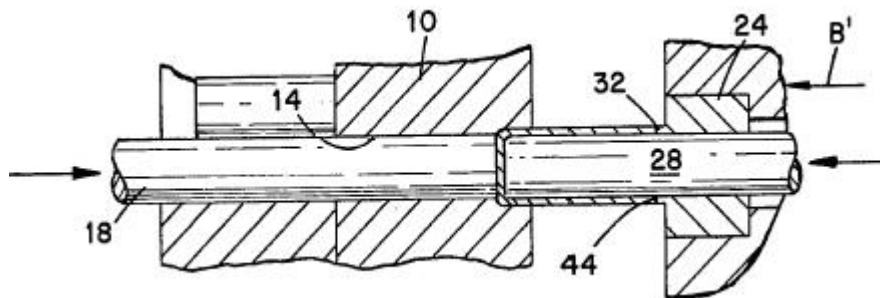
Also published as: GB2063132 (B)

Abstract of GB2063132 (A)

First page clipping of GB2063132 (A)



In a cold extrusion process the extruded portion of a metal billet (20) is initially confined in an annular space (40) defined between the wall (42) of a die cavity (14) and a co-axially disposed anvil (28). A force (B) is applied to the outboard end (22) of the extruding product via a pressure pad (24) and is in opposition to but less than the extrusion force (C) applied by a ram (18).



Bibliographic data: US6314787 (B1) — 2001-11-13

Forming tool

Page bookmark US6314787 (B1) - Forming tool

Inventor(s): GROENB AELIG K JENS [DK] +

Applicant(s): DANFOSS AS [US] +

Classification:

- international: B21C25/02; B21C3/14; B21J13/03; B30B15/02; (IPC1-7): B21C25/02; B21C3/06

- Euro: B21C25/02; B21C3/14; B21J13/03; B30B15/02B; B30B15/02C

Application number: US20000601090 20000727

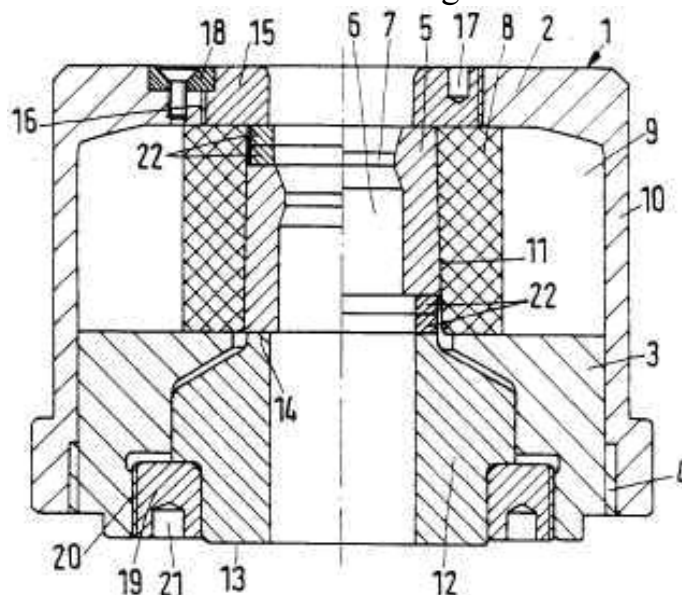
Priority number(s): DE19981004700 19980206; WO1999DK00056 19990203

Also published as: DE19804700 (A1) JP2002502701 (A) EP1056554 (A1) EP1056554 (B1) WO9939848 (A1) more

Abstract of US6314787 (B1)

First page clipping of US6314787 (B1)

A forming tool for extrusion has a die (5), which has a forming cavity (6) having at least one critical reference value. The die (5) is surrounded by a biasing ring (8), which bears against it with radial pre-stress. The die (5) and the biasing ring (8) have tapered contact surfaces (11) and are displaceable relative to one another. The biasing ring (8) is surrounded by a reinforcement (9), which bears against it with radial pre-stress. The biasing ring (8) and the reinforcement (9) are mounted in a fixed position on a carrier (housing 1). The die (5) is displaceable relative to the carrier and capable of being locked, by locking means (15, 19) on the carrier, in positions that can be selected. By that means it is possible subsequently to carry out a fine adjustment of the critical reference value over a wide correction range.



Bibliographic data: CA2160842 (A1) — 1996-06-16

Hot Plastic Working Method

Page bookmark CA2160842 (A1) - Hot Plastic Working Method

Inventor(s): SERIZAWA YOSHIHISA [JP]; MIYAKE YOSHIHARU [JP] +

Applicant(s): TOYOTA MOTOR CO LTD [JP] +

Classification:

- international: B21C23/00; B21C23/01; B21C23/20; B21J1/00; C22F1/00; C22F1/047; C22F1/08; C22F1/10; (IPC1-7): B21C23/21; B21J1/00; B30B11/22

- Euro: B21C23/00B; B21C23/01; B21C23/20B; C22F1/00; C22F1/047; C22F1/08; C22F1/10

Application number: CA19952160842 19951018

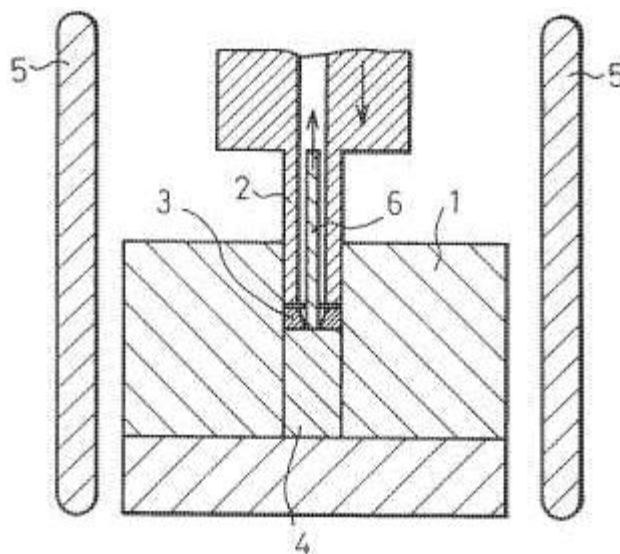
Priority number(s): JP19940312032 19941215

Also published as: CA2160842 (C) EP0717124 (A1) EP0717124 (B1) US5671631 (A) JP8168813 (A) more

Abstract of CA2160842 (C)

> Translate this text into
First page clipping of CA2160842 (A1)

To provide a hot working method which can reduce working resistance during the early stage of hot plastic working, particularly extrusion and forging using a die. A hot plastic working method characterized by comprising the step of plastically working, using a die, a material having a structure of not more than 50 .mu.m in average grain diameter with dispersed spherical grains ranging in size from 10 to 200 nm, the working material having a recess formed on a surface thereof in its site facing a closed space formed by abutting the working material against the die surface at the time of plastic working.



Bibliographic data: US5577406 (A) — 1996-11-26

FORMING TOOL

Inventor(s): GR NB K JENS [DK] +

Applicant(s): DANFOSS AS [DK] +

Classification:

- international: B21C25/02; B21J13/02; B30B15/02; (IPC1-7): B21C3/12

- Euro: B21J13/02; B30B15/02B; B30B15/02C

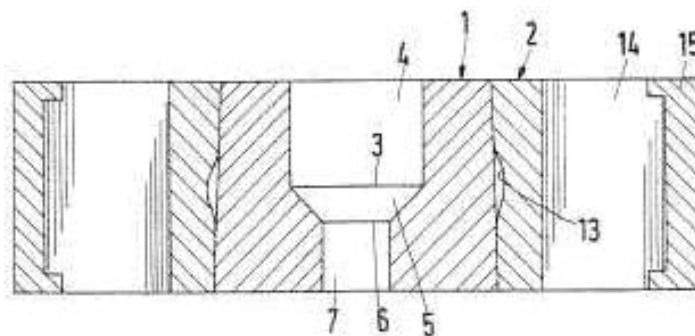
Application number: US19950525773 19950920

Priority number(s): DE19934311249 19930406; WO1994DK00130 19940328

Also published as: DE4311249 (A1) JPH08503892 (A) ES2113097 (T3)
EP0693006 (A1) EP0693006 (B1) more

Abstract of US5577406 (A)

First page clipping of US5577406 (A)



PCT No. PCT/DK94/00130 Sec. 371 Date Sep. 20, 1995 Sec. 102(e) Date Sep. 20, 1995 PCT Filed Mar. 28, 1994 PCT Pub. No. WO94/22607 PCT Pub. Date Oct. 13, 1994A deforming tool having a die and prestress ring for the extrusion of a workpiece. The prestress ring being constructed so that the radial prestress exerted by it on the die in a region of transition from one to the other of two converging inner faces of the die, which together form an internal angle of less than 180 degrees, and/or in the region of a sudden transition from a low to a high value of the pressure exerted by the workpiece during its deformation radially on the die, is less than in the regions adjacent to the transition.

Bibliographic data: JP9001229 (A) — 1997-01-07

INDIRECT EXTRUSION METHOD AND ITS PRESS

Inventor(s): SOEJIMA MUNENORI +

Applicant(s): KOBE STEEL LTD +

Classification:

- international: B21C23/21; B30B15/02; (IPC1-7): B21C23/21; B30B15/02

- Euro:

Application number: JP19950153625 19950620

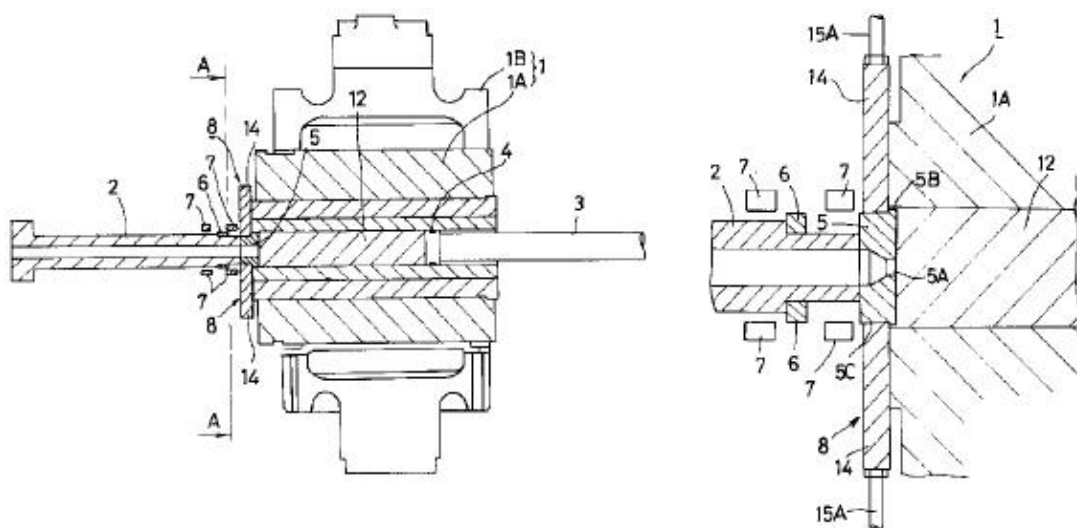
Priority number(s): JP19950153625 19950620

Also published as: JP3216970 (B2)

Abstract of JP9001229 (A)

First page clipping of JP9001229 (A)

PURPOSE: To enable extrusion of a billet under a condition, in which the axis of a container aligned with the axis of a loose die. **CONSTITUTION:** The loose die 5 is inserted into the container 1 including the billet 12, and the billet 12 is extruded from a die hole of the loose die 5 supported with a die stem 3 by advancing the container 1 and a pressing stem 4 to indirectly form an extruded material. At least die bearing part in the loose die 5 is inserted into the inlet of the container 1 and centering is performed with a clamping means 8, and the loose die is clamped under the condition, in which this axis is aligned with the axis C of the container, and after upsetting the billet 12 under clamping condition, the clamping g is released to perform the extrusion of the billet.



Bibliographic data: CA2138706 (A1) — 1996-06-22

DIE ASSEMBLY FOR EXTRUDING HOLLOW ARTICLES

Inventor(s): YANO SADAHIDE [JP] +

Applicant(s): YANO SADAHIDE [JP] +

Classification:

- international: B30B15/02; (IPC1-7): B30B15/02

- Euro:

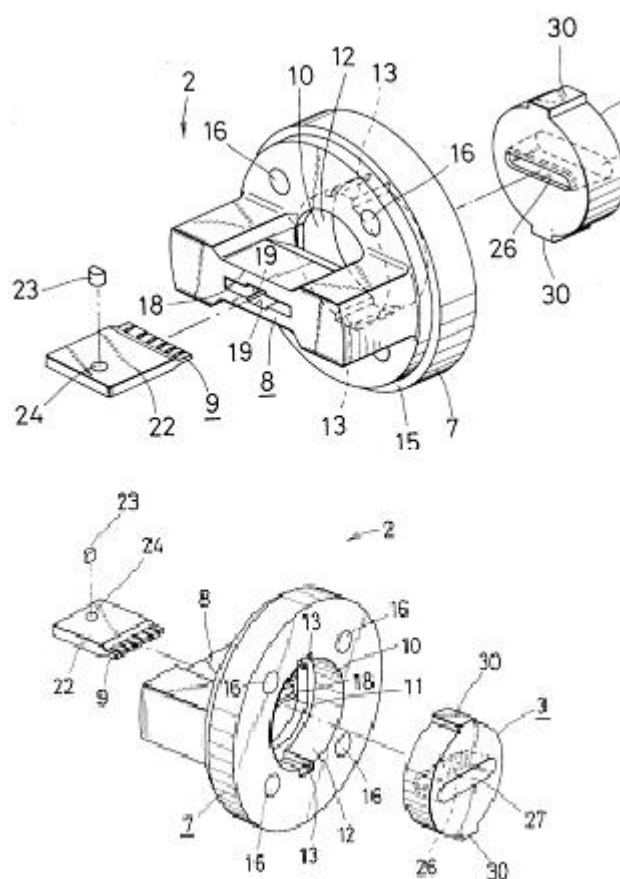
Application number: CA19942138706 19941221

Priority number(s): CA19942138706 19941221

Also published as: CA2138706 (C)

Abstract of CA2138706 (A1)

A male die (2) is composed of an annular base (7), a bridge (8) and a forming lug (9), and a female die (3) tightly fits in the annular base (7) of the corresponding male die (2). A distance between a forming slit (28) and a location where the male die (2) engages with the female die (3) is decreased such that the misalignment of the forming lug (9) with a forming hole (26) is prevented from occurring during an extrusion process. The male die in combination of the female die enables the production of hollow articles of a high dimensional precision free of any unevenness in wall thickness.



Bibliographic data: JP8108214 (A) — 1996-04-30

HOT EXTRUSION MOLDING METHOD FOR ALUMINUM BASE METAL

Inventor(s): YOSHINO MASANORI; TAKARA YOSHITSUGU; ISHIHARA KAKUICHI +

Applicant(s): KUBOTA KK +

Classification:

- international: B21C23/01; B21C29/02; B22F3/02; B30B11/26; (IPC1-7): B21C23/01; B21C29/02; B22F3/02; B30B11/26

- Euro:

Application number: JP19940243085 19941006

Priority number(s): JP19940243085 19941006

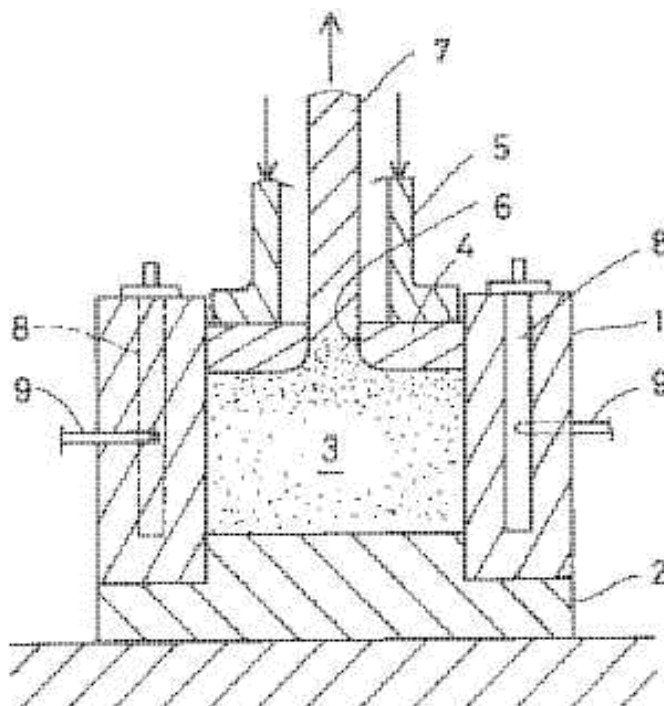
Also published as: JP2944899 (B2)

Abstract of JP8108214 (A)

First page clipping of JP8108214 (A)

PURPOSE: To provide a hot extrusion molding method for aluminum base metal which can hardly cause a bend in an extruded material. CONSTITUTION: An aluminum base metal powder or its dust formed body (powder material) 3 is stored in a container 1 and hot-extruded with a die 4 that is mounted on the container 1. It is arranged that no temperature difference is produced in each part in the circumferential direction

of the container 1 at the time of the hot extrusion. In this case, it is desirable that the temperature difference is 10 deg.C or less at each part in the circumferential direction of the container 1.



Bibliographic data: EP0627271 (A1) — 1994-12-07

IMPROVEMENTS IN CYLINDERS FOR ALUMINIUM EXTRUSION PRESSES.

Inventor(s): PERALES NAVARRO ARTURO [ES] +

Applicant(s): TECALUM SA [ES] +

Classification:

- international: B21C23/21; B30B1/32; (IPC1-7): B21C23/21; B30B11/26

- Euro: B21C23/21B; B30B1/32

Application number: EP19940500083 19940511

Priority number(s): ES19930001031 19930514

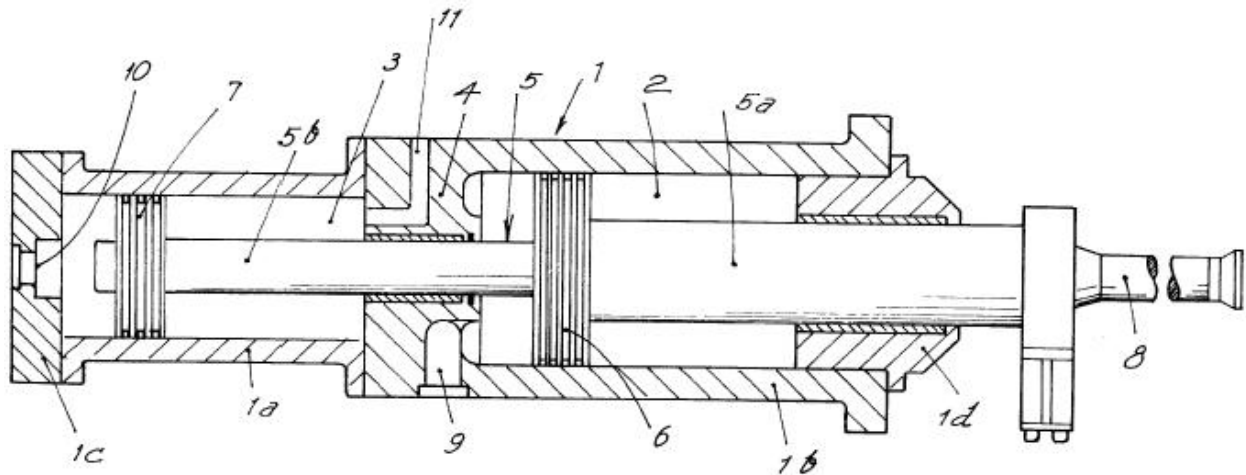
Also published as: ES2065851 (A2) ES2065851 (R) ES2065851 (B1)

Abstract of EP0627271 (A1)

Translate this text into Tooltip

They apply to presses having multiple cylinders with combined fluid-dynamic actuating pistons for forcing the aluminium inside the die; the improvements are characterized in that the multiple cylinders comprise at least two coaxial chambers or cylinders (2,3) for the corresponding pistons (6,7), said pistons being arranged in tandem on a common shaft (5) which passes through both chambers (2,3) and which is connected by its protruding end (8) to the impeller actually forcing the aluminium inside the

mould. They provide a pressure multiplier system of simple construction, small volume and high efficiency.



Bibliographic data: EP0222046 (A1)

DISPERSION STRENGTHENED EXTRUDED METAL PRODUCTS
SUBSTANTIALLY FREE OF TEXTURE AND A DIE FOR PRODUCING SAME

Inventor(s): LUTON MICHAEL JOHN +

Applicant(s): EXXON RESEARCH ENGINEERING CO [US] +

Classification:

- international: B21C23/01; B21C25/02; B22F3/20; B30B11/22; C22C1/05;
C22C32/00; (IPC1-7): B22F3/20; B30B11/22; C22C1/10

- Euro: B22F3/20; B30B11/22B; C22C32/00C

Application number: EP19850307288 19851011

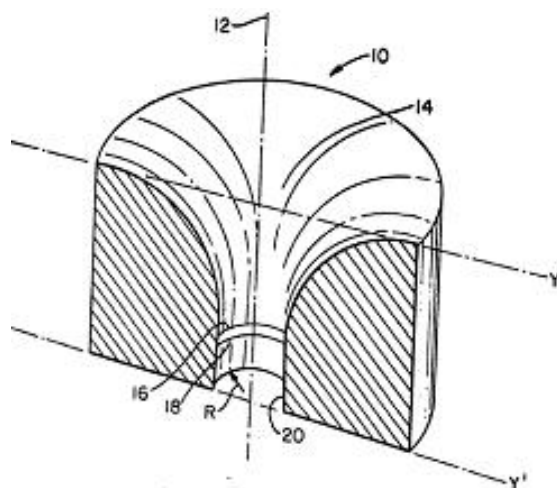
Priority number(s): US19830524028 19830817

Also published as: EP0222046 (B1) US4599214 (A) JP62083406 (A)
AU4813385 (A) AU575984 (B2)

Abstract of EP0222046 (A1)

First page clipping of EP0222046 (A1)

The invention concerns extruded dispersion strengthened metallic materials which are substantially free of texture as well as a method and an extrusion die for producing such materials. The method comprises extruding a billet of dispersion strengthened metallic powder material comprised of one or more metals and one or more refractory compounds said powder material having a mean grain size less than about 5 microns and whose grain size is substantially stable at the extrusion conditions, through a die (10) having an internal contour such that the material is subjected to a natural strain rate which is substantially constant as it passes through the die.



Bibliographic data: CN85101763 (A) — 1987-01-31

INDIRECT EXTRUSION PRESS

Page bookmark CN85101763 (A) - INDIRECT EXTRUSION PRESS

Inventor(s): TATSUHIKO NOYORI

Applicant(s): KABUSHIKI KAISHA KOBE SEIKO SHO, ALSO KNOWN AS KOBE STEEL, LTD

Classification:

- international: B21C33/00; B30B11/22; (IPC1-7): B30B11/22

- Euro:

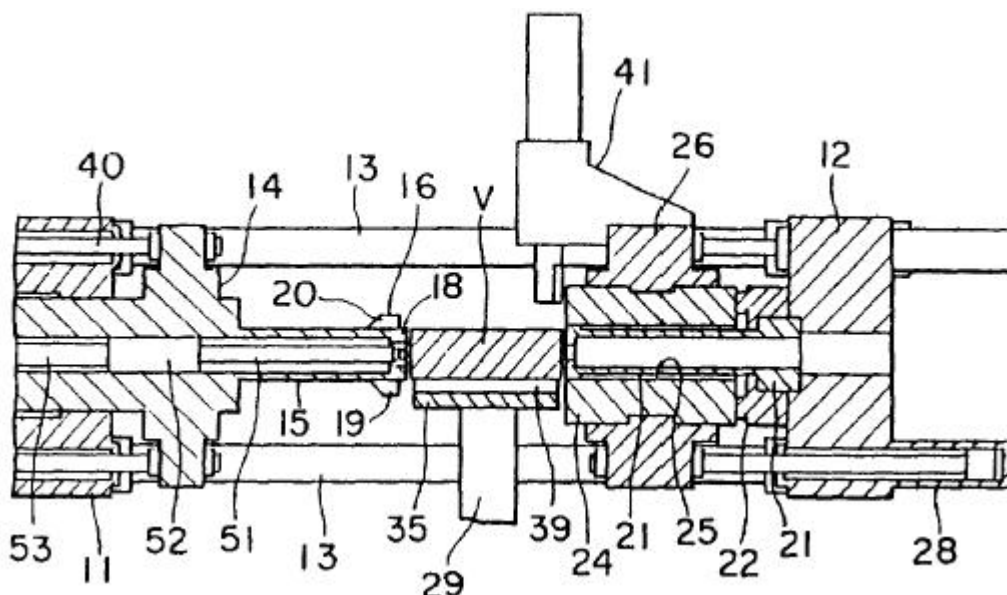
Application number: CN19851001763 19850401

Priority number(s): CN19851001763 19850401

Also published as: CN85101763 (B)

Abstract of CN85101763 (A)

An indirect extrusion press in which a seal block provided with a disc portion to be fitted in a billet receiving bore of a container and also provided with a cylindrical portion contiguous to the disc portion and having an outside diameter larger than the billet receiving bore is provided at the fore end of a pressure stem, and a die stem is disposed in front of and coaxially with the pressure stem.; Billet is loaded onto an axis of the press by means of a billet loader, then charged into the billet receiving bore of the container from the pressure stem side and then extruded through the die stem in a state in which one end of the billet receiving bore of the container is closed with the seal block. a plurality of circumferentially spaced notches are formed in the press axis direction on the outer periphery of the cylindrical portion of the seal block, both the container and the billet loader are movable toward the pressure stem, and a billet support portion provided at the fore.....



Bibliographic data: EP0159809 (A1) — 1985-10-30

Improvements in or relating to the forming of extrusion dies.

Inventor(s): NICHOLSON GEORGE RICHARD [GB] +

Applicant(s): HOBSON PROCESS LTD [GB] +

Classification:

- international: B21C25/10; (IPC1-7): B21C25/10; B30B11/22

- Euro: B21C25/10

Application number: EP19850301941 19850320

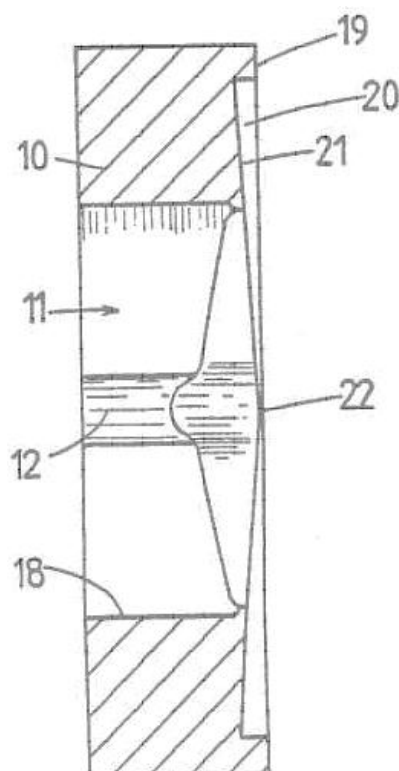
Priority number(s): GB19840007273 19840321

Also published as: PT80150 (A) PT80150 (B) NO851101 (A) JP61001415 (A) FI851108 (A) more

Abstract of EP0159809 (A1)

First page clipping of EP0159809 (A1)

In a method of forming an extrusion die by forming an extrusion aperture 11 in a die piece 10, forcing a flowable material 14 at least partly through the extrusion aperture so that the leading surface 16 of the material becomes deformed in the extrusion direction, and then reshaping the die piece in such a manner that the axial bearing depth of the extrusion aperture at any location around its periphery corresponds to the deformation of the leading surface of the flowable material at that location, as an additional step, before or after the reshaping, the axial bearing depth of the aperture 11, at locations around its periphery, is adjusted for example by machining one surface of the die piece, by amounts dependent on the distance of said locations from the centre of the die piece.



Bibliographic data: GB2078584 (A) — 1982-01-13

APPARATUS FOR CONTINUOUS EXTRUSION

Inventor(s):

Applicant(s): ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK +

Classification:

- international: B21C23/00; B21C25/02; B21C29/04; (IPC1-7): B21C25/02; B29F3/04; B30B3/02

- Euro: B21C23/00D; B21C25/02; B21C29/04

Application number: GB19810015130 19810518

Priority number(s): GB19810015130 19810518; GB19800018943 19800610

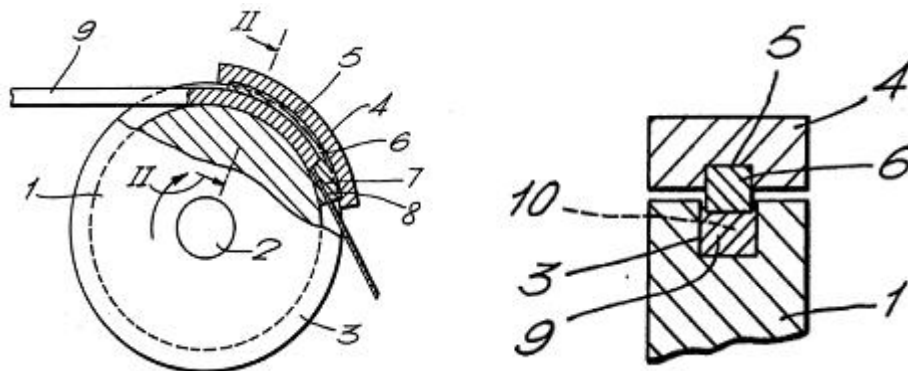
Also published as: GB2078584 (B)

Abstract of GB2078584 (A)

First page clipping of GB2078584 (A)

Apparatus for continuous extrusion of metals, ceramics or plastics has a rotatable wheel with an endless groove therein, a relatively stationary shoe member overlying part of the groove lengthwise, a portion of the shoe member projecting part way into the groove and being constituted at least partly by a die assembly 11 which includes a separate and replaceable abutment member 15 which projects into the groove to block it. The die assembly can have separate and replaceable components constituting a feed chamber 21, a die throat 22, and optionally a mandrel 23 supported in the die throat for

producing tubular extrusion products. Cooling of the die assembly is also provided via a drilling 17 and a blind hole 18 in the abutment member.



Bibliographic data: GB2005172 (A) — 1979-04-19

AN INDIRECT EXTRUSION PRESS

Inventor(s):

Applicant(s): SCHLOEMANN SIEMAG AG [DE] +

Classification:

- international: B21C23/20; B21C23/21; B30B15/00; (IPC1-7): B21C23/20; B21C25/02; B21C26/00; B21C27/00; B21C29/00; B21C33/00

- Euro: B21C23/21F

Application number: GB19780033606 19780816

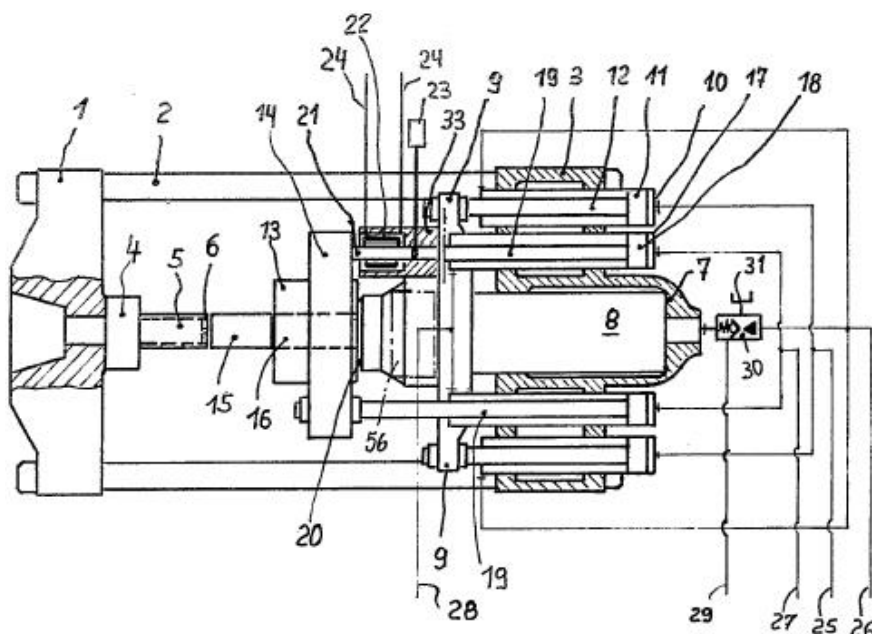
Priority number(s): DE19772737886 19770823

Also published as: GB2005172 (B) FR2400971 (A1) SU865122 (A3) PL209068 (A1) JP54045665 (A) more

Abstract of GB2005172 (A)

First page clipping of GB2005172 (A)

An indirect extrusion press has a movable crosshead 9 which carries a sealing plate 20 for a billet container 13 and is driven by a press ram 8 against a billet 15 located in the billet container to extrude the billet through an extrusion die 6. Both the movable crosshead 9 and the billet container 13 are provided with hydraulic displacement devices, and the billet container can be coupled to the movable crosshead 9 so that the hydraulic displacement devices can assist the press ram 8 in providing the extrusion force at the beginning and end of extrusion when a larger force is required.



Bibliographic data: US4206626 (A) — 1980-06-10

EXTRUSION PRESS FOR EXTRUDING TUBES

Inventor(s): GROOS HORST H [DE]; HOFFMEIER SIEGFRIED [DE]; RICHARDT URBAN [DE] +

Applicant(s): SCHLOEMANN SIEMAG AG [DE] +

Classification:

- international: B21C23/21; B21C25/04; B30B15/00; (IPC1-7): B21C23/00; B21C23/10

- Euro: B21C23/21; B21C23/21C; B21C23/21C4; B21C23/21D

Application number: US19780874631 19780202

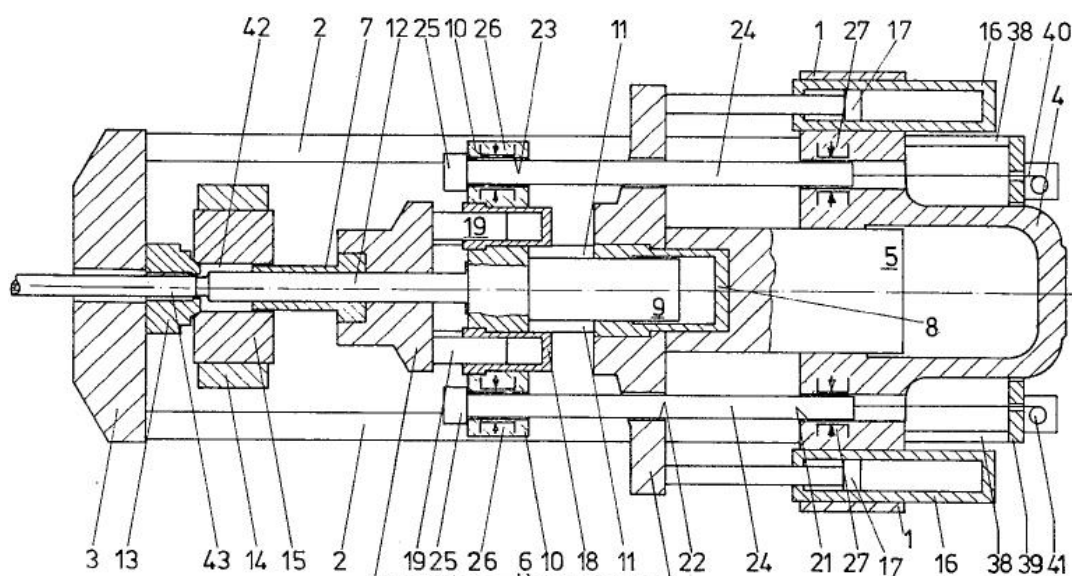
Priority number(s): DE19772704652 19770204

Also published as: FR2379327 (A1) SU680631 (A3) JP53097962 (A) IT1092380 (B) IN147293 (A1) more

Abstract of US4206626 (A)

First page clipping of US4206626 (A)

In tube extrusion presses, there are two steps in production. Firstly, a mandrel pierces a hole through the center of a billet, the tip of the mandrel ending up just within the opening of the extrusion die. Secondly, the now hollow cylindrical billet is extruded through the die and over and around the tip of the mandrel to produce a tube. To limit the movement of the mandrel, stroke-limiting rods are provided which pass through bores in a part attached to the mandrel and in a fixed part of the press. The rods can be held fast in one or both of these bores, or released to slide through them, depending on the stage reached in the extrusion process.



Bibliographic data: GB1504890 (A) — 1978-03-22

FORMATION OF ARTICLES

Applicant(s): ATOMIC ENERGY AUTHORITY UK [GB] +

Classification: - international: B21C23/00; B21C23/14; B21C23/21; B21C37/00; B21J5/06; B21K1/06; B22F3/02; B28B3/26; B29C31/00; B29C41/00; B29C43/00; B29C45/02; B30B11/12; B30B11/16; B21C; B21D; (IPC1-7): B21C23/21; B21C25/02;

Application number: GB19750037673 19760813

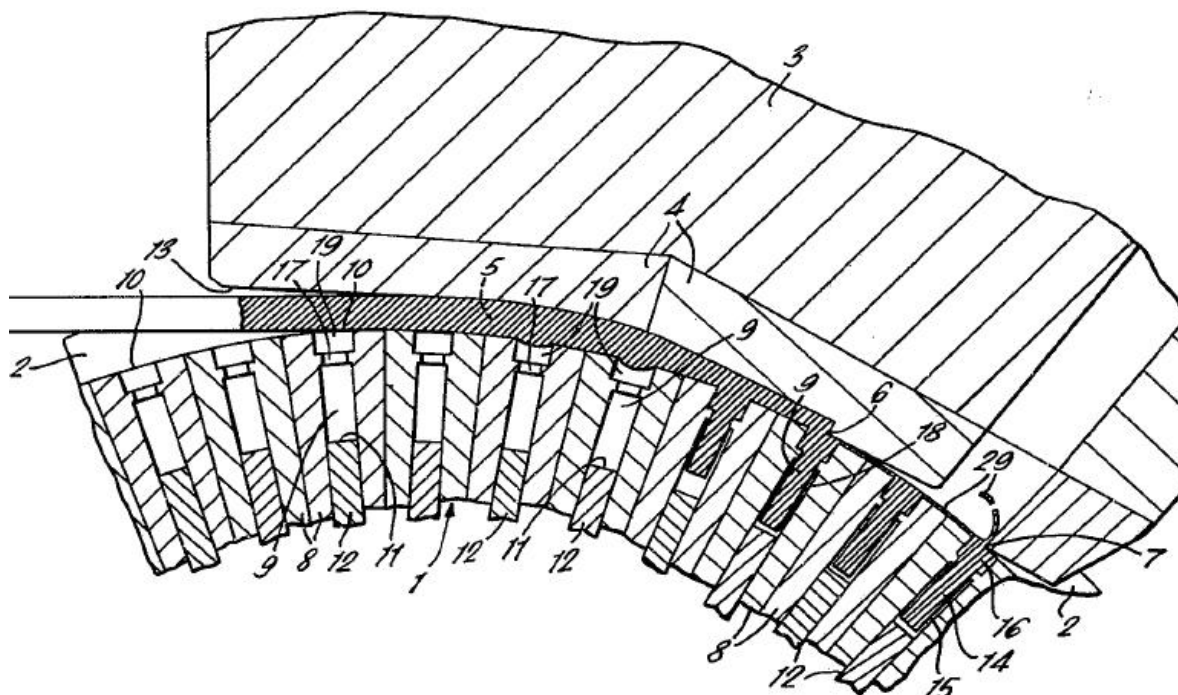
Priority number(s): GB19750037673 19760813

Also published as: FR2323505 (A1) ZA7604906 (A) US4065950 (A) SU733507 (A3) SE7609969 (A) more

Abstract of GB1504890 (A)

1504890 Extrusion UNITED KINGDOM ATOMIC ENERGY AUTHORITY 13 Aug 1976 [12 Sept 1975] 37673/75 Heading B3P [Also in Division B5] A process for the continuous and repetitive production of discrete articles of a desired cross-section from a deformable material comprises, introducing the material F into a moving passageway 5, causing the material to be drawn along the passageway by frictional drag and, by blocking the passageway at a position spaced from the introduction of the material, compressing the material and causing it to enter successively presented chambers 9 sloped to produce articles of the desired configuration. The passageway 5 is formed by a groove 2 in the periphery of a driven wheel 1 and a stationary shoe member 3 having an insert 4 projecting into the groove. An abutment 6 blocks the passageway and in co-operation with the insert 4, which projects by an increasing amount into the groove 2, it forces the material into each chamber 9. An abutment 7 scrapes flash 29 off the floor of the groove 2 and rams 12 eject the finished articles. The material may be in the form of a rod of aluminium or powder or granules capable of being compacted, e.g. metal powder, ceramics and thermoplastics. To reduce friction between the material and the insert 4 a thin strip of solid lubricant, e.g. P.T.F.E., is introduced at the lead in 13 to

the groove 2, the strip being removed with the flash 29 by the abutment 7. Short tubular articles are produced by placing mandrels (20), Fig. 2 (not shown), in chambers (9) having no die part, the mandrels being secured to or forming part of the rams (12). To produce articles requiring more material than normal a supplementary rod of material is fed in with the rod of material F. The stationary shoe member 3 and insert 4 may be in the form of a wheel (21), Fig. 4 (not shown), co-operating with a wheel (1) and the groove may be located in either wheel, the close coincidence of the wheel peripheries eliminating the need for an abutment 6. The wheel with the dies may be indexed rather than rotated continuously to allow additional forming operation on the articles in the chambers (9). In a further embodiment, the chambers 9 in the wheel 1 are disposed for sideways extrusion and right angles to the passageway 5.



Bibliographic data: GB1462163 (A) — 1977-01-19

EXTRUSION METHODS AND APPARATUS

Inventor(s):

Applicant(s): RIKEN KEIKINZOKU KOGYO KK +

Classification:

- international: B21C23/01; B21C27/04; B22F3/20; B22F8/00; B30B9/32; (IPC1-7): B21C33/00; B30B9/32

- Euro: B21C23/01; B21C27/04; B22F3/20; B22F8/00

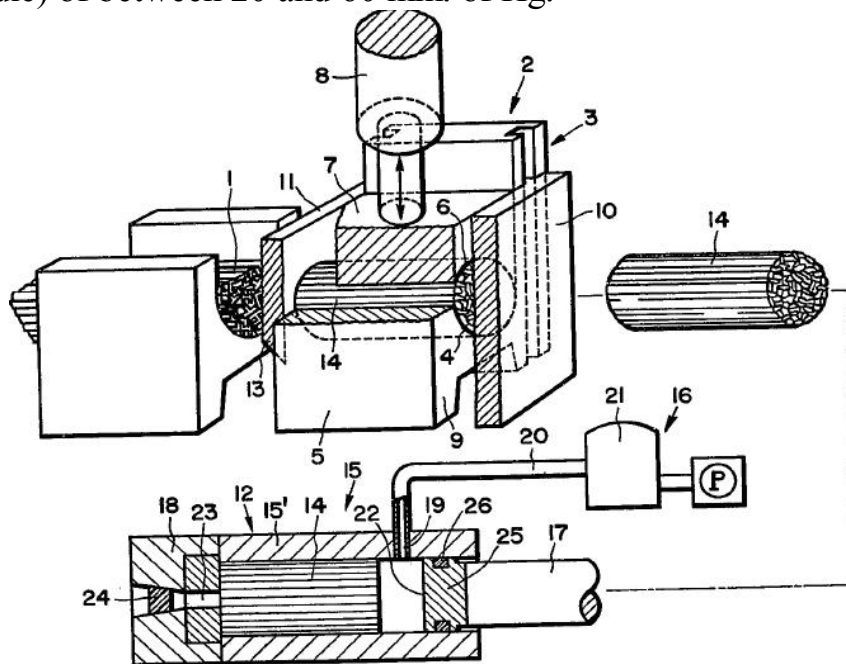
Application number: GB19750026852 19750625

Priority number(s): JP19750072156 19750614

Also published as: FR2314256 (A1) JP51149155 (A) SU694062 (A3)
US4033024 (A) DE2528856 (A1)
Abstract of GB1462163 (A)

First page clipping of GB1462163 (A)

1462163 Extrusion; making profiled sections; rolling; forging RIKEN KEIKINZOKU KOGYO KK 25 June 1975 [14 June 1975] 26852/75 Headings B3A B3H and B3M Extruded structural profiles are produced from aluminium based scrap material 1 by forming the material into a cylindrical body 14, placing the heated body in an extruder housing 15, applying a suction pressure to the housing to withdraw air, and extruding the body. The scrap material may be compacted by a press 2 having hemi-cylindrical dies 7 and 9 and a cutting edge 13, or may be rolled between tandem stands 31 each incorporating three profiled rolls. The body may be heated to a temperature of 350 to 450 , and be subject to a suction pressure (applied by a pipe 19 while a plug 24 seals the extrusion die) of between 20 and 60 mm. of Hg.



Bibliographic data: GB1449365 (A) — 1976-09-15

PUNCHING FORGING AND OTHER FORMING OPERATIONS

Inventor(s):

Applicant(s): REPCO RES PTY LTD +

Classification:

- international: B21J9/04; (IPC1-7): B21C23/20; B29G1/00; B30B11/22

- Euro: B21J9/04

Application number: GB19740012423 19740320

Priority number(s): AU19730002705 19730322

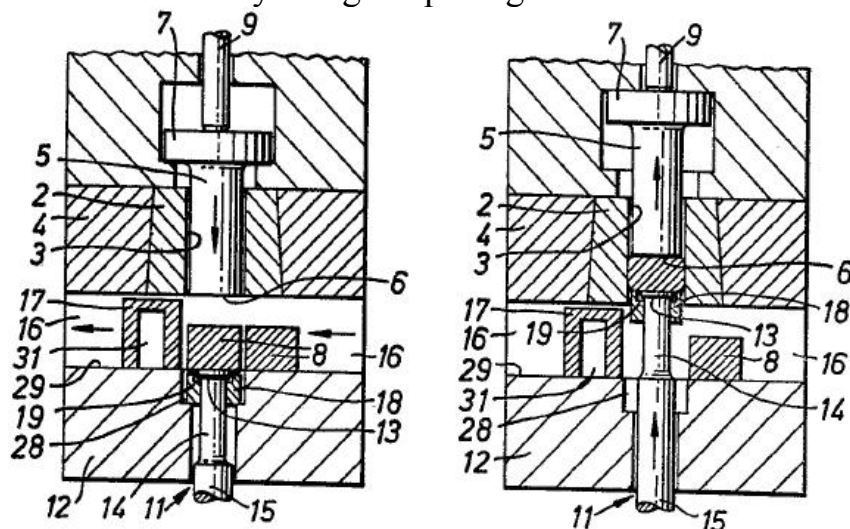
Also published as: DE2413745 (A1) AU475195 (B2) AU6679674 (A)

Abstract of GB1449365 (A)

Translate this text into Tooltip

First page clipping of GB1449365 (A)

1449365 Extrusion REPCO RESEARCH PTY Ltd 20 March 1974 [22 March 1973] 12423/74 Headings B3P [Also in Divisions B4- B5] An apparatus for backward extrusion of a metal or plastics blank 8 comprises a female die 2 and a punch 11 which is provided with a guide member 18 which fits the female die bore to centre the punch relative to the blank. The guide member is an interference fit on the shank 14 of the punch which has a land 13 at its leading end to determine the size and shape of the bore in the extruded blank. The female die 2 is closed by an anvil 5 which retracts as the punch advances until a flange 7 abuts a stop. The extruded blank may be ejected from the die 2 by the anvil 5 or pulled out of the die by the punch. The guide member may be a split bush (18), Fig. 6 (not shown), or a two part bush, Fig. 8 (not shown), held together by circlips (25) or by a ring 26, Fig. 9, through which retaining pins 27 are passed. The blanks 8 are fed successively along a passage 16 to the punch 11 and the extruded blanks 17 fed away along the passage 16.



Bibliographic data: US3587281 (A) — 1971-06-28

EXTRUSION DIE APPARATUS

Inventor(s): LEMELSON JEROME H +

Applicant(s): LEMELSON JEROME H +

Classification:

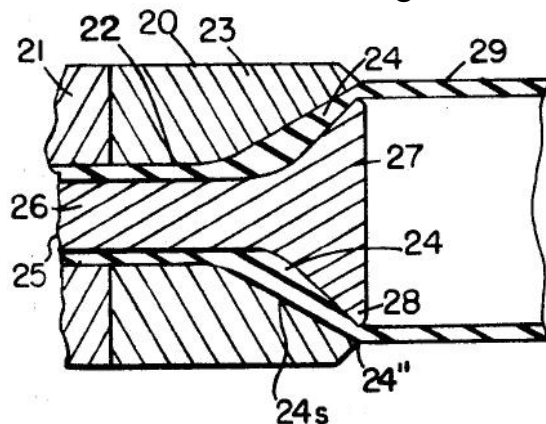
- international: B21C23/08; B21C25/00; B21C25/08; B29C47/00; B29C47/12; B29C47/36; B30B11/26; (IPC1-7): B21C23/20

- Euro: B21C23/08B; B21C25/00; B21C25/08; B21C35/02B; B29C47/00J10; B29C47/08O6B; B29C47/12A; B29C47/36; B30B11/26

Application number: USD3587281 19680605

Priority number(s): US19610142405 19611002; US19680734685 19680605

ABSTRACT: An extrusion die including a mandrel and means for relatively moving the mandrel and the die to produce extrusions of different or variable cross sections. In one form, the mandrel is longitudinally movable in the die and has different portions of different shape which, when predeterminedly positioned in the die opening, produce extrusions of different shapes. In another form, the mandrel head tapers outwardly and is longitudinally movable within the die to permit varying the wall thickness of a tubular extrusion and, in certain instances, to completely stop the flow of extrusion material so as to effect the cutoff of extrusions. The apparatus is also operative to provide extrusions with openings therein and extrusions having raised and recessed portions.



Bibliographic data: WO2012092923 (A2) — 2012-07-12

INDIRECT EXTRUSION PRESS AND METHOD FOR INDIRECT EXTRUSION

Inventor(s): MUSCHALIK UWE [DE] +

Applicant(s): SMS MEER GMBH [DE]; MUSCHALIK UWE [DE] +

Classification:

- international: B21C23/21

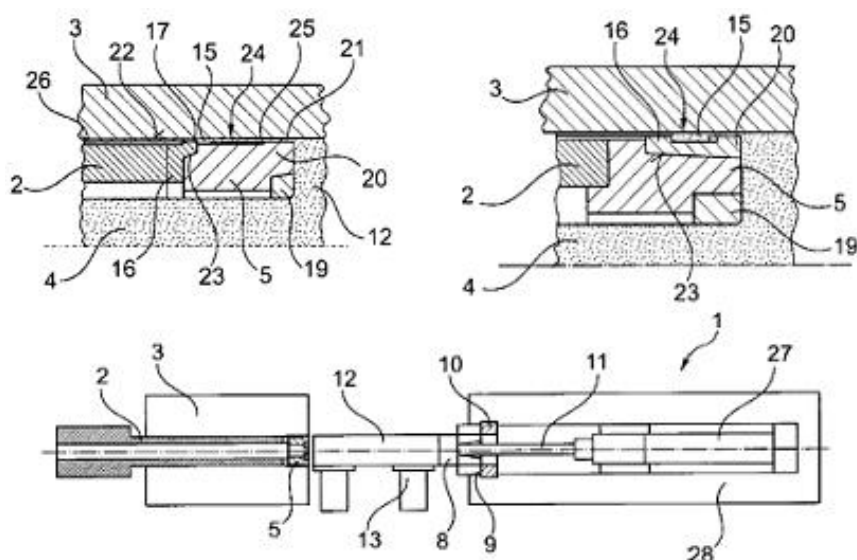
- Euro: B21C23/21F; B21C25/02; B21C35/04

Application number: WO2012DE00007 20120106

Priority number(s): US201161460824P 20110107

Abstract of WO2012092923 (A2)

In order to minimize the setup times in the case of an indirect extrusion press in which a shell of residual material is formed during the extrusion, having a tool head which comprises a die and is arranged on an indirect punch, the tool head is formed such that, after a shearing ring that has a shearing edge, it tapers in the direction of the indirect punch.



Bibliographic data: CN201186305 (Y) — 2009-01-28

EXTRUSION DEVICE FOR PRODUCING SUPERFINE CRYSTAL MATERIAL

Inventor(s): TAO SUO [CN]; YULONG LI [CN]; WEIGUO GUO [CN]; FENG ZHAO [CN]; JIANGNAN HAO [CN] +

Applicant(s): UNIV NORTHWESTERN POLYTECHNIC [CN] +

Classification:

- international: B21C23/00; B21C25/00; B21C25/02

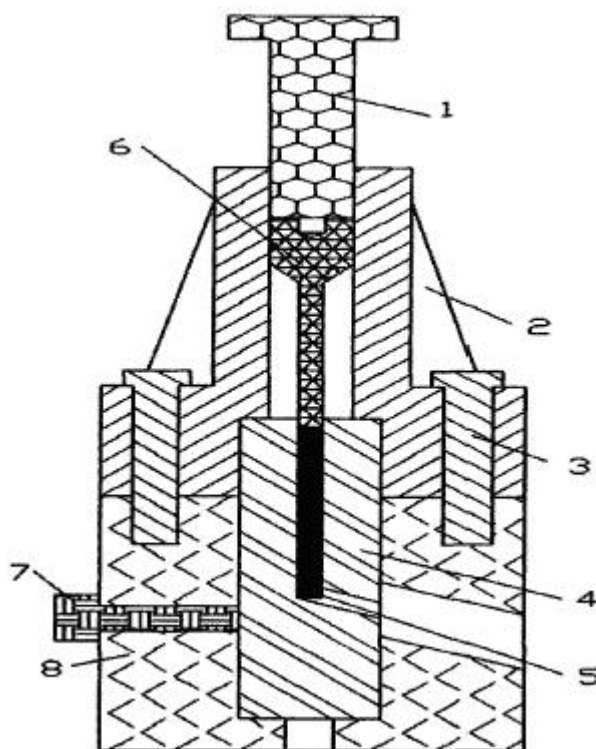
- Euro:

Application number: CN20082029000U 20080430

Priority number(s): CN20082029000U 20080430

Abstract of CN201186305 (Y)

The utility model relates to a squeezing device which is used in ultra-fine grain materials and comprises a concave die (4) and a convex die (6) which are coaxially installed, a squeezing punch (1), a concave die outer sleeve (8) and an upper clamp plate (2). The concave die (4) is arranged in the concave die outer sleeve (8), the top is exposed from the concave die outer sleeve (8), a squeezing hole is corresponding to a discharge hole, and the upper clamp plate (2) is sleeved on the concave die (4) and is fixed on the upper surface of the concave die outer sleeve (8). The squeezing part of the convex die (6) is installed in the concave die (4), and a guide chase head of the top end of the convex die (6) is located in a guide sleeve through hole of the upper clamp plate (2). The squeezing punch (1) is located in the through hole of the upper clamp plate and is pressed on the top end surface of the convex die (6). The squeezing device does not need to design a guiding mechanism and a squeeze testing machine with high precision for the squeezing device singly, thereby achieving the purpose of lowering the cost of the squeezing device, and the squeezing device is characterized in that the design principle is simple and easily realized, the operation is convenient, and the testing process is safe.



Bibliographic data: CN101362158 (A) — 2009-02-11

FLOATING TYPE REVERSE EXTRUSION FORMING DIE

Page bookmark CN101362158 (A) - Floating type reverse extrusion forming die

Inventor(s): HUAMIN XIE [CN] +

Applicant(s): SHANGHAI JIUFENG AUTOMOTIVE PA [CN] +

Classification:

- international: B21C23/20; B21C25/02

- Euro:

Application number: CN20081042628 20080908

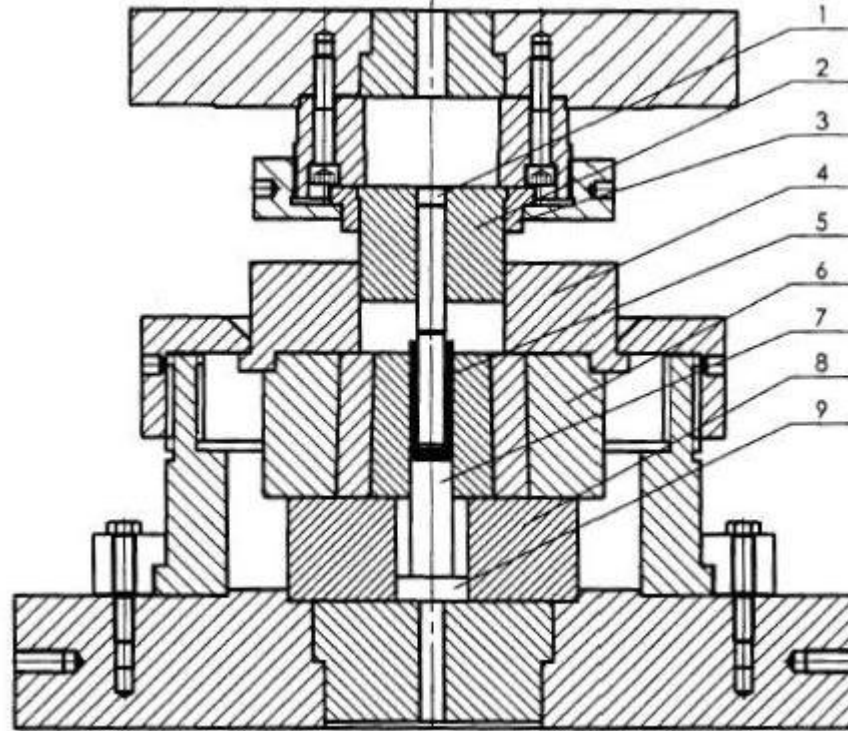
Priority number(s): CN20081042628 20080908

Also published as: CN101362158 (B)

Abstract of CN101362158 (A)

The invention relates to a floating back-extrusion molding formwork which is characterized in that a floating air cylinder body is fixed with a lower module by a bolt, a fixed ring-shaped cushion block is arranged in the middle of the floating air cylinder body, the lower part of the fixed ring-shaped cushion block is fixed with the lower module by the bolt, a piston of the floating air cylinder is arranged outside the fixed ring-shaped cushion block, a molding cushion block is arranged at the upper end of the fixed ring-shaped cushion block, a cushion block of a floating concave mold is arranged at the upper end of the fixed ring-shaped cushion block, the floating concave mold is arranged at the upper end of the cushion block of the floating concave mold,; a floating and guiding sleeve frame is arranged at the upper end of the floating concave

mold and connected with the upper molding formwork by the floating and guiding sleeve, an outer mold is arranged outside the floating concave mold and the cushion block of the floating concave mold, and one side of the floating air cylinder is provided with an air inlet hole. The formwork has the advantages of prolonging the service life of a punch, causing the realization of the possibility that the ratio between the depth and the diameter of the inner hole of the one-way back-extrusion is more than 5, improving the inner quality of a work piece, ensuring the strength of the work piece, saving material and reducing the processing cost.



A PUNCH FOR EXTRUSION PROCESSES AND A PRODUCT PRODUCED BY USE OF SUCH PUNCH

Inventor(s): DANCKERT JOACHIM [DK] +

Applicant(s): UNIV AALBORG [DK]; DANCKERT JOACHIM [DK] +

Classification:

- international: B21C25/04; B21C26/00; (IPC1-7): B21C25/04

- Euro: B21C25/04; B21C26/00

Application number: WO2003DK00274 20030425

Priority number(s): WO2003DK00274 20030425

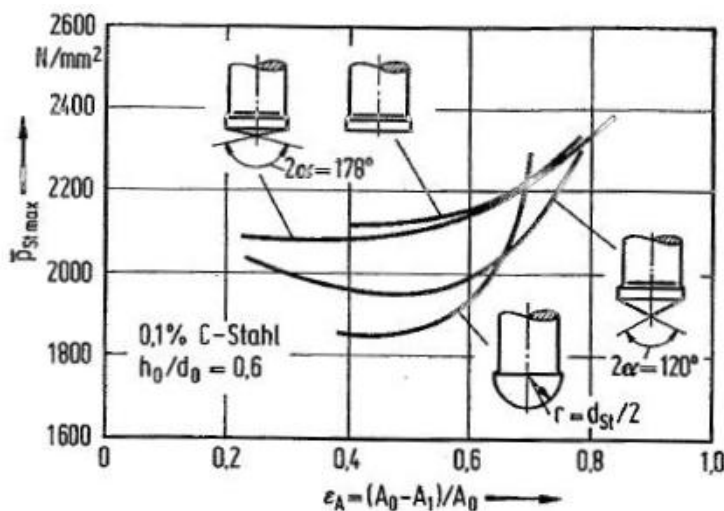
Also published as: AU2003226957 (A1)

Abstract of WO2004096460 (A1)

First page clipping of WO2004096460 (A1)

The invention relates to extrusion processes incorporating a punch design having a non-cylindrical punch land. With the new design, a possible small tilt of the punch only

gives rise to minor changes in the contact between can and punch. With the new design, great improvements can be obtained, as follows: 1) A small tilt will only give rise to minor differences or variations in can height. 2) The punch does not drift, which means that a can with more even wall thickness in the height direction will be produced, 3) As the can quality is nearly unaffected by small changes in the tilt angle, it will be much easier to keep the production under control. 4) The punch may be easier to manufacture.



Bibliographic data: RU2252093 (C2) — 2005-05-20

APPARATUS FOR BACKWARD EXTRUSION OF THICK-WALL TUBES

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОБРАТНОГО ПРЕССОВАНИЯ ТОЛСТОСТЕННЫХ ТРУБ

Inventor(s): KLEJNBUG I P [RU]; ZHELEZNJAK L M [RU] +

Applicant(s):

Classification:

- international: B21C23/20; (IPC1-7): B21C23/20

- Euro:

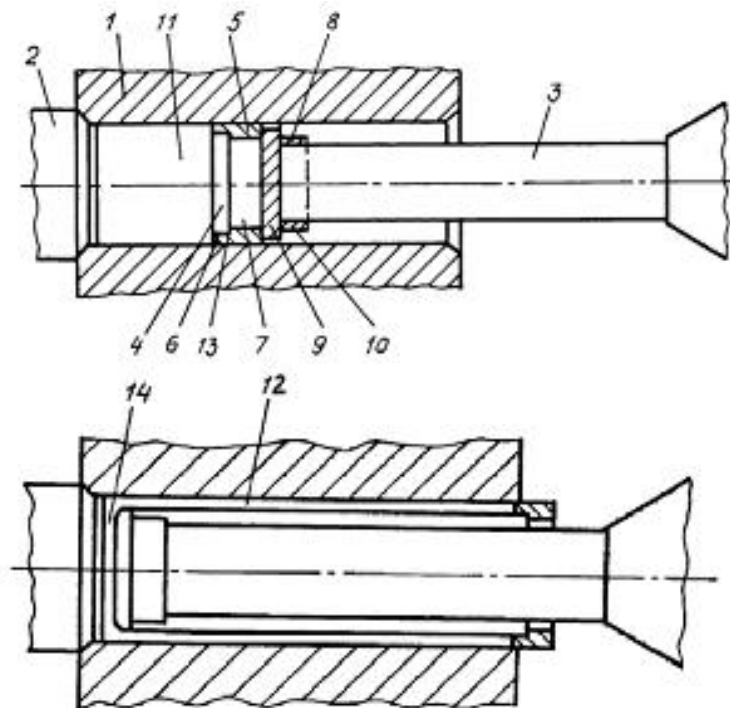
Application number: RU20020133704 20021215

Priority number(s): RU20020133704 20021215

Abstract of RU2252093 (C2)

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано при производстве из различных металлов и сплавов толстостенных труб, предназначенных либо для последующей прокатки, либо для изготовления различных деталей вместо сплошных литых или кованных заготовок. Устройство содержит соосно расположенные контейнер, заглушку контейнера, пуансон и глухую пресс-шайбу. Диаметр рабочей части пресс-шайбы превышает диаметр пуансона. Между боковой поверхностью пресс-шайбы и контейнером установлено центрирующее кольцо. Кольцо имеет возможность перемещения в направ-

лении, обратном направлению движения пуансона при прессовании. Устройство оснащено толкателем, размещенным между центрирующим кольцом и прессшайбой с одной стороны и пуансоном с другой стороны. В результате обеспечивается повышение точности толстостенных прессованных труб, в первую очередь - по толщине стенки, и существенное увеличение длины получаемой трубной заготовки



Bibliographic data: SU1678528 (A1) — 1991-09-23

APPARATUS FOR PRESSING ELECTRODES

Inventor(s): LOGINOV YURIJ N [SU]; URUSOVA VIKTORIYA V [SU] +

Applicant(s): URALSKY POLITEKHN INST [SU] +

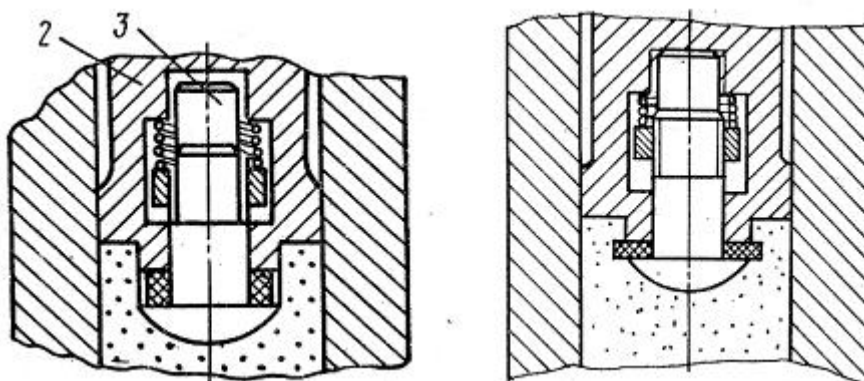
Classification:

- international: B22F3/02; (IPC1-7): B22F3/02

- Euro:

Application number: SU19894721822 19890719

Priority number(s): SU19894721822 19890719



Изобретение относится к устройствам для прессования электродов. Цель - упрощение конструкции и расширение технологических возможностей за счет обеспечения прессования материалов с высокой адгезией к материалу дорна. Пуансон 2 при движении вниз опирает головку дорна на прессуемый материал и начинает сжимать порцию шихты. Из-за наличия зазора между торцом выступа 5 пуансона и упругим элементом 6 деформации последнего на первой стадии прессования не происходит. Продвижение головки дорна вниз осуществляется за счет уплотнения шихты под головкой и прошивкой остального объема порции. Так как цилиндрический выступ торца пуансона имеет тот же диаметр, что и диаметр сферической головки, формируется полость одинакового диаметра. Из-за роста силы, действующей на дорн, он преодолевает сопротивление пружины 7 и поднимается относительно торца пуансона. После выбора зазора между торцом выступа пуансона и упругим элементом начинается деформация упругого элемента, увеличивается его диаметр, и боковая поверхность элемента формирует кольцевую полость в теле электрода

DEVICE FOR NON-OXIDIZING EXTRUDING OF HOLLOW FORGINGS УСТРОЙСТВО ДЛЯ БЕЗОКСИДНОГО ПРЕССОВАНИЯ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК

Page bookmark SU1834732 (A3) -

Inventor(s): LOGINOV YURIJ N [SU]; BURKIN SERGEJ P [SU] +

Applicant(s): LOGINOV YURIJ N [SU]; BURKIN SERGEJ P [SU] +

Classification:

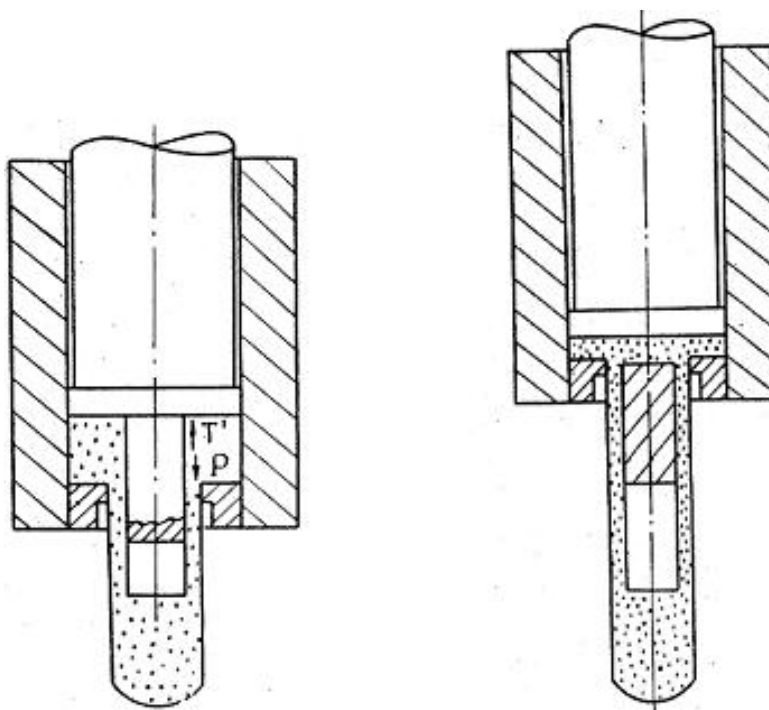
- international: B21C25/00; (IPC1-7): B21C25/00

- Euro:

Application number: SU19915012410 19911122

Priority number(s): SU19915012410 19911122

Сущность изобретения: устройство для безокислительного прессования полых заготовок содержит расположенные соосно контейнеру матрицу, пуансон и иглу, имеющую возможность независимо от пуансона перемещения. Игла опирается на торец пуансона, при этом она имеет возможность отрыва от него. Это позволяет формировать закрытую со всех сторон полость в прессуемой заготовке и тем самым решить задачу безокислительной деформации при использовании прессов без прошивной системы, что снижает капитальные затраты и значительно упрощает конструкцию используемого оборудования. Для расширения технологических возможностей игла может быть соединена с пуансоном элементом, имеющим возможность разрушения при перемещении иглы относительно пуансона. Для получения более длинных задних пробок игла может иметь конусность с утолщением в направлении от торца пуансона. Игла может иметь винтовую нарезку для облегчения извлечения. В этом случае она снабжается средством для вывинчивания, например шлицем.



Bibliographic data: RU2016682 (C1) — 1994-07-30

METHOD AND APPARATUS FOR CONTINUOUS EXTRUSION

Inventor(s): BURKIN SERGEJ P [RU]; LOGINOV YURIJ N [RU]; KORSHUNOV EVGENIJ A [RU] +

Applicant(s): BURKIN SERGEJ P [RU]; LOGINOV YURIJ N [RU]; KORSHUNOV EVGENIJ A [RU] +

Classification:

- international: B21C23/20; (IPC1-7): B21C23/20

- Euro:

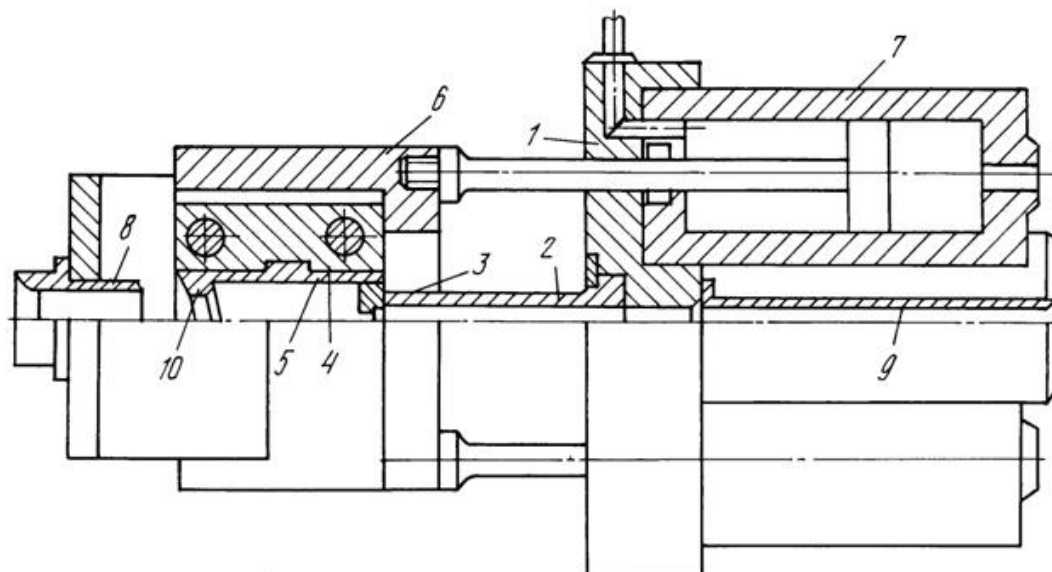
Application number: SU19925065937 19921013

Priority number(s): SU19925065937 19921013

Abstract not available for RU2016682 (C1)

Использование: область обработки металлов давлением методом непрерывного прессования. Сущность: способ предполагает подачу заготовки в разъемный контейнер, приложение сжимающих напряжений по боковой поверхности со стороны стенок контейнера, обратное прессование металла через матрицу, снятие сжимающих напряжений с боковой поверхности и повторение этих действий в цикле. Обжимают по диаметру участок заготовки со стороны подачи до получения неравноосного сечения, подвергают распрессовке часть заготовки, заключенную между пережатым участком и матрицей. Прессование ведут до начала истечения металла в сторону, противоположную направлению подачи заготовки. Устройство содержит закрепленный в поперечине полый пуансон с закрепленной на нем матрицей и расположенный соосно ему разъемный контейнер, состоящий из двух сегментов. Он снабжен приводом возвратно-

поступательного перемещения и механизмом радиального перемещения сегментов. Внутренняя поверхность контейнера снабжена кольцевым выступом, имеющим в замкнутом состоянии контейнера в просвете неравноосное сечение с меньшей осью, перпендикулярной плоскости раздела контейнера.



Bibliographic data: RU2042447 (C1) — 1995-08-27

APPARATUS FOR EXTRUDING TUBES

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ

Page bookmark RU2042447 (C1) - APPARATUS FOR EXTRUDING TUBES

Inventor(s): BURKIN SERGEJ P [RU]; LOGINOV YURIJ N [RU] +

Applicant(s): BURKIN SERGEJ P [RU]; LOGINOV YURIJ N [RU] +

Classification:

- international: B21C25/00; (IPC1-7): B21C25/00

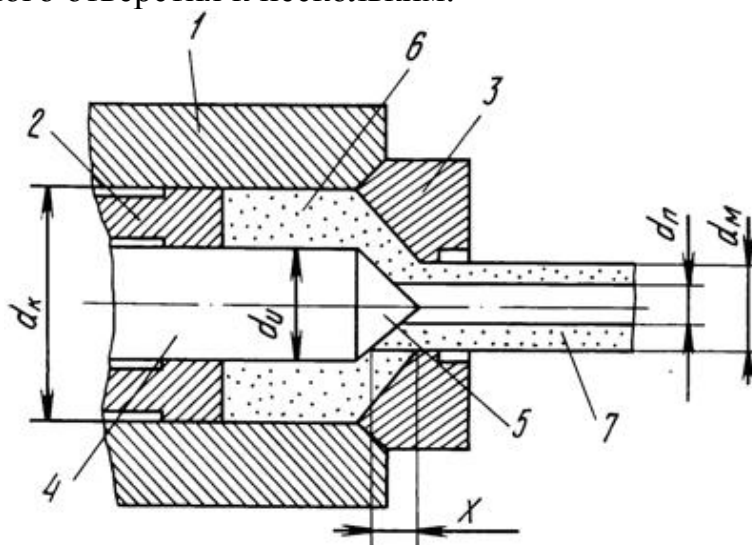
- Euro:

Application number: RU19930038218 19930726

Priority number(s): RU19930038218 19930726

Использование: обработка металлов давлением, конструкции устройств для прессования труб. Сущность изобретения: устройство содержит соосно расположенные контейнер, полый пуансон, матрицу, а также иглу, состоящую из цилиндрической части, диаметром менее диаметра контейнера, и конической части с вершиной конуса, обращенной к матрице. Игла имеет диаметр цилиндрической части больше диаметра отверстия матрицы и установлена на расстоянии, измеренном вдоль оси контейнера от конической части до зеркала матрицы большем нуля, но меньшем диаметра матрицы. Ось конической части иглы может быть либо смещена, либо наклонена относительно оси цилиндрической части. Игла может иметь несколько конических вершин. Это расширяет технологические возможности, поскольку становится возможным получение труб со

смещенным отверстием, а также с несколькими отверстиями, либо с плавными переходами от одного отверстия к нескольким.



Bibliographic data: RU2005105189 (A) — 2006-08-10

METAL EXTRUSION PROCESS

Page bookmark RU2005105189 (A)

Inventor(s): LOGINOV JURIJ NIKOLAEVICH, ; BURKIN SERGEJ PAVLOVICH

Applicant(s): Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный технический университет - УПИ" (RU)

Classification:

- international: B21C23/22

- Euro:

Application number: RU20050105189 20050224

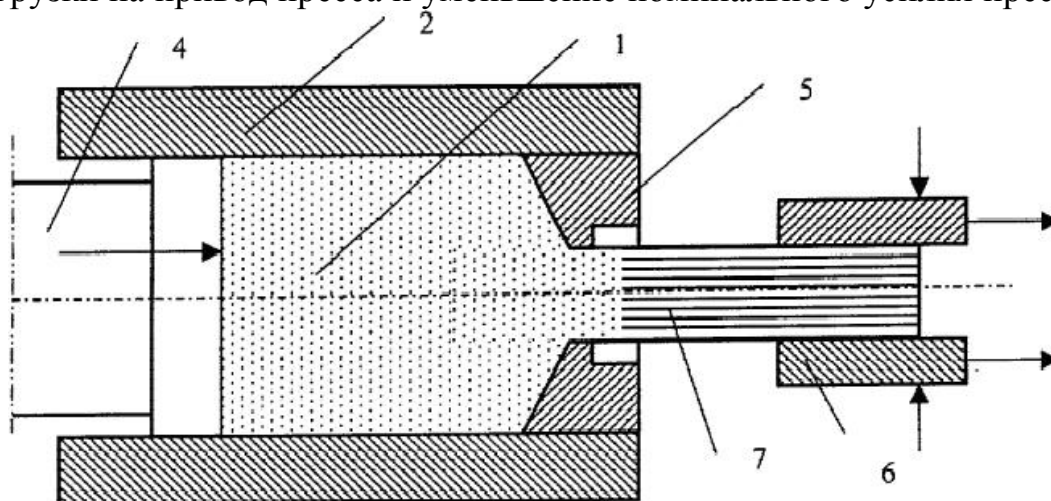
Priority number(s): RU20050105189 20050224

Also published as: RU2284235 (C1)

Abstract of RU2284235 (C1)

Изобретение относится к области обработки металлов давлением, в частности к технологии производства полуфабрикатов методом прессования. Способ включает размещение заготовки в контейнере пресса, создание в ней сжимающих напряжений, достаточных для выдавливания металла через отверстие матрицы, выдавливание металла через отверстие матрицы с приложением натяжения к отпрессованной части пресс-изделия. Перед заготовкой размещают вспомогательную шайбу из металла, сопротивление деформации которого составляет не менее 1,1 величины напряжения натяжения и не более 0,9 величины сопротивления деформации металла заготовки при температурно-скоростных условиях прессования. В процессе прессования достигают состояния сварки металлов заготовки и вспомогательной шайбы. Объем упомянутой шайбы определяют из

следующего соотношения: $V_{\text{ш}} = l_3 F_1$, где l_3 – длина выдавленной части заготовки, достаточная для создания натяжения; F_1 – площадь поперечного сечения выдавленной части заготовки. Натяжение прикладывают после выдавливания металла шайбы к выдавленной части заготовки, сформированной из металла вспомогательной шайбы. В результате обеспечивается снижение пиковой нагрузки на привод пресса и уменьшение номинального усилия пресса.



Bibliographic data: RU2290272 (C1) — 2006-12-27

NEEDLE FOR HOT EXTRUSION OF HOLLOW METALLIC BLANKS

ИГЛА ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОЛЫХ ЗАГОТОВОК

Page bookmark RU2290272 (C1) - NEEDLE FOR HOT EXTRUSION OF HOLLOW METALLIC BLANKS

Inventor(s): LOGINOV JURIJ NIKOLAEVICH [RU]; DEGTJAREVA OL GA FEDOROVNA [RU] +

Applicant(s): Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный технический университет - УПИ" (RU)

Classification:

- international: B21C25/04

- Euro:

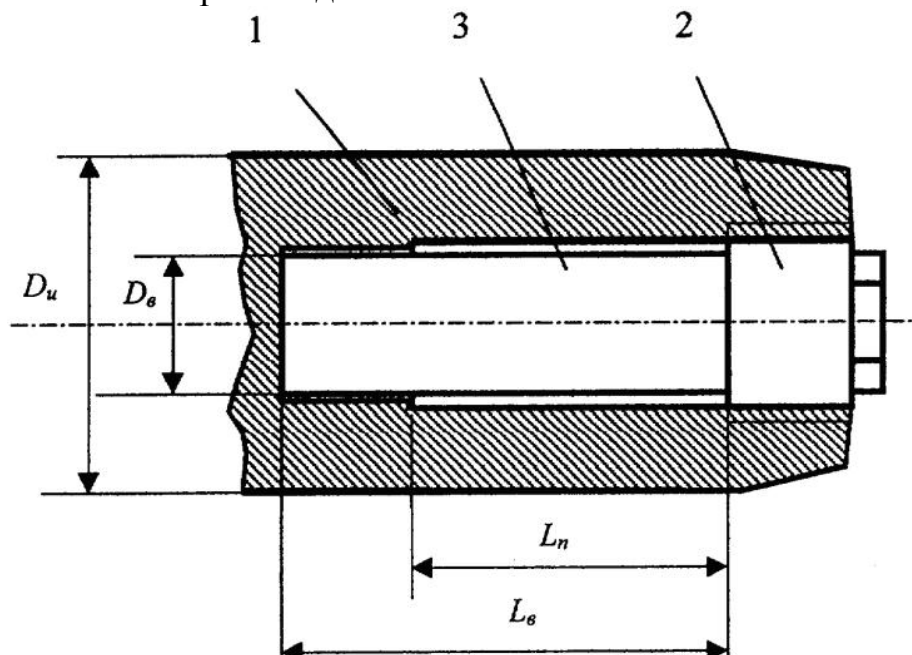
Application number: RU20050122045 20050712

Priority number(s): RU20050122045 20050712

Abstract of RU2290272 (C1)

Изобретение относится к области металлургии, в частности к игле для прессования металлических полых заготовок. Игла выполнена в виде цилиндрического стержня с рабочим и опорным торцом, имеющего переменный диаметр по длине и продольную несквозную полость, расположенную со стороны рабочего

торца, с закрепленным в полости наконечником, в продольной полости расположена с боковым зазором цилиндрическая вставка, упирающаяся одним торцом в наконечник, а другим торцом на дно полости, при этом цилиндрическая вставка выполнена из материала, коэффициент термического расширения которого превышает коэффициент термического расширения материала стержня на 10–300 %. Цилиндрическая вставка может быть выполнена из стали аустенитного класса. Изобретение обеспечивает повышение точности размеров получаемых прессованием пресс-изделий.



Bibliographic data: RU2306994 (C1) — 2007-09-27

METAL EXTRUSION METHOD AND APPARATUS FOR PERFORMING THE SAME

СПОСОБ ПРЕССОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Inventor(s): LOGINOV JURIJ NIKOLAEVICH [RU] +

Applicant(s): Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный технический университет - УПИ" (RU)

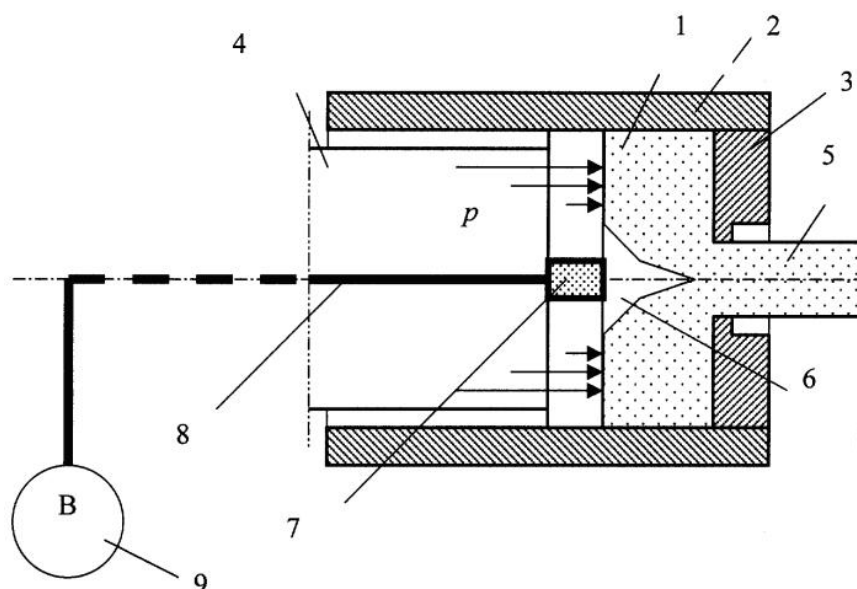
Classification:

- international: B21C23/21; B21C51/00

- Euro:

Application number: RU20060105810 20060226

Priority number(s): RU20060105810 20060226



Abstract of RU2306994 (C1)

Изобретение относится к металлургии, а именно к устройствам для обработки металлов давлением способом прессования. Способ включает выдавливание металла заготовки из контейнера через отверстие матрицы усилием выдавливающего инструмента и регистрацию пресс-утяжины. При прессовании фиксируют осевое напряжение, действующее на центральную часть поверхности выдавливающего инструмента, контактирующую с выдавливаемым металлом. Регистрацию появления пресс-утяжины осуществляют по достижении этим напряжением нулевого значения. Устройство для осуществления способа содержит контейнер, матрицу и выдавливающий инструмент. В центре выдавливающего инструмента размещено средство измерения осевого напряжения. Средство измерения осевого напряжения выполнено в виде изолированной от атмосферы вставки, соединенной магистралью с вакуумметром и имеющей открытую пористость, с выходом пор на рабочую поверхность выдавливающего инструмента. Средство измерения осевого напряжения выполнено в виде мессдозы и стержня, проходящего через полость выдавливающего инструмента и контактирующего с мессдозой. Мессдоза выполнена в виде тензометрической балки. В результате обеспечивается экономия энергии за счет предотвращения запаздывания определения такого дефекта, как пресс-утяжина в линии прессования.

Bibliographic data: RU2010112339 (A) — 2011-10-10

MULTICHANNEL EXTRUDER УСТРОЙСТВО ДЛЯ МНОГОКАНАЛЬНОГО ПРЕССОВАНИЯ

Page bookmark RU2010112339 (A) -
Inventor(s): LOGINOV JURIJ NIKOLAEVICH

Applicant(s): Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Уральский государственный технический университет - УПИ имени первого Президента России Б.Н. Ельцина" (RU)

Classification:

- international: B21C25/00

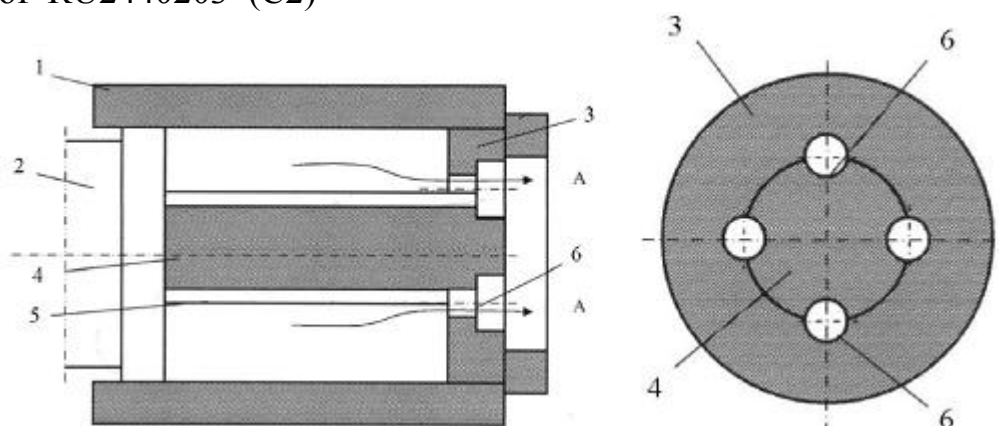
- Euro:

Application number: RU20100112339 20100330

Priority number(s): RU20100112339 20100330

Also published as: RU2440203 (C2)

Abstract of RU2440203 (C2)



Изобретение относится к области производства полуфабрикатов методом многоканального прессования. Устройство содержит контейнер, пуансон и матрицу с выполненными в ней формообразующими поверхностями. Оно дополнительно содержит иглу, имеющую на боковой поверхности чередующиеся по длине окружности продольные пазы, при этом формообразующие поверхности в матрице выполнены в виде пазов, расположенных напротив продольных пазов, выполненных на игле. Формообразующие поверхности матрицы и продольные пазы в игле в поперечном сечении образуют окружности. Обеспечивается снижение уровня механических напряжений в прессовом инструменте и уменьшение опасности выхода его из строя.

Bibliographic data: RU2234386 (C1) — 2004-08-20

COAXIALITY ALIGNMENT AND CONTROL METHOD FOR PRESS EQUIPMENT AND APPARATUS FOR PERFORMING THE SAME
СПОСОБ ВЫБЕРКИ И КОНТРОЛЯ СООСНОСТИ ПРЕССОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Page bookmark RU2234386 (C1) - COAXIALITY ALIGNMENT AND CONTROL METHOD FOR PRESS EQUIPMENT AND APPARATUS FOR PERFORMING THE SAME

Inventor(s): SOSHNIKOV V S [RU]; BARANOV I V [RU]; SYRTSOV JU A [RU]; AGAPITOV V A [RU]; ZAJTSEV V L [RU]; LOSITSKIJ A F [RU]; NOZDRIN I V [RU]; OGURTSOV A N [RU]; FILIPPOV V B [RU]; CHEREMNYKH G S [RU] +

Applicant(s):

Classification:

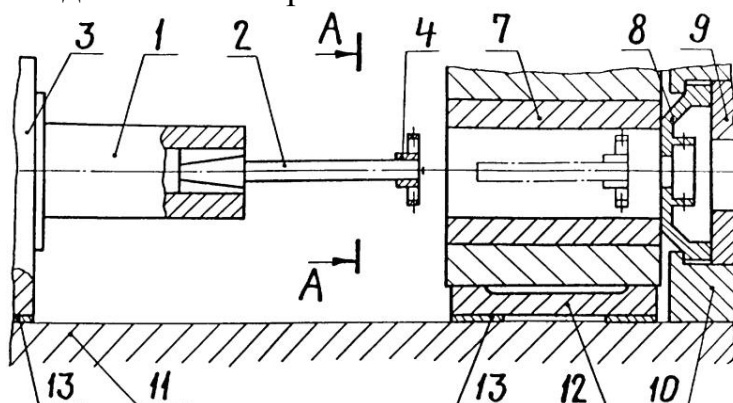
- international: B21C51/00; B30B15/16; (IPC1-7): B21C51/00; B30B15/16

- Euro:

Application number: RU20030101957 20030124

Priority number(s): RU20030101957 20030124

Изобретение относится к области металлургии и может быть использовано при настройке и контроле оси прессования в процессе монтажа и эксплуатации гидравлических прессов. Технический результат - повышение точности настройки соосности прессового инструмента, в итоге улучшающий качество прессуемой продукции. По способу соосность контейнера оси пресса измеряют, вводя и перемещая внутри рабочей полости контейнера закрепленную на конце иглы измерительную головку, путем замера во взаимно перпендикулярных направлениях зазоров между рабочими торцами датчиков измерительной головки и внутренней полостью контейнера. Соосность матричного блока контролируют путем замера зазоров между рабочими торцами датчиков установленной в матричном блоке измерительной шайбы и поверхностью вводимой внутрь шайбы иглы. Указанные контрольные операции повторяют после технологического нагрева оборудования, а отклонение от соосности прессового оборудования в процессе его эксплуатации определяют путем замера износа направляющих во взаимно перпендикулярных плоскостях на участке перемещения связанной с пресс-штемпелем подвижной поперечины.



Bibliographic data: RU2010143223 (A) — 2012-05-10

METHOD OF FORMING ARTICLES FROM LIGHT ALLOYS AND DEVICE TO THIS END

СПОСОБ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ЛЕГКИХ СПЛАВОВ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ СПОСОБА

Page bookmark RU2010143223 (A)

Inventor(s): KOLKUNOV EVGENIJ ALEKSANDROVICH

Applicant(s): KOLKUNOV EVGENIJ ALEKSANDROVICH

Classification:

- international: B21C23/00

- Euro:

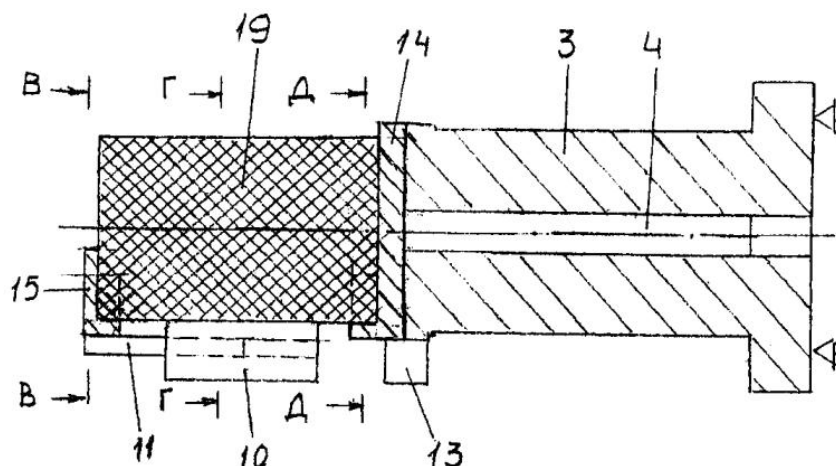
Application number: RU20100143223 20101021

Priority number(s): RU20100143223 20101021

Also published as: RU2455094 (C2)

(57) Реферат:

Способ предназначен для повышения качества изделий и функциональности устройства прессования. Способ включает установку заготовки круглого сечения в рабочую втулку контейнера, распрессовку заготовки, прессование изделия, отделение изделия от пресс-остатка. Повышение пластических характеристик изделий, возможность отделения изделия от пресс-остатка разными методами обеспечивается за счет того, что применяют составную матрицу, образованную двумя парами противоположно расположенных элементов в виде вкладышей, размещенных в продольных пазах рабочей втулки, и сопрягаемых с ними элементов, установленных на матрицедержателе с продольным пазом. При установке заготовку центрируют по рабочей втулке, а при распрессовке формуют заготовку, из которой прессуют изделие, обеспечивая при этом возможность отделения изделия от пресс-остатка путем отрыва. Устройство содержит стол-лоток для подачи заготовок на ось прессования и инструмент с формующим каналом переменного сечения. Устройство снабжено центрирующими инструментами, имеющими торцовые поверхности, внутреннюю и внешнюю боковые опорные поверхности, взаимодействующие с торцами и с боковой поверхностью заготовки и боковой поверхностью втулки. В столе-лотке установлены с возможностью осевого перемещения опорные линейки, взаимодействующие с передним центрирующим инструментом и торцом контейнера. Устройство снабжено зажимными губками для закрепления изделия при его отделении от пресс-остатка путем отрыва.



Bibliographic data: RU2448791 (C1) — 2012-04-27

DEVICE FOR ERROR-FREE TUBE EXTRUSION

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ПРЕССОВАНИЯ ТОЧНЫХ ТРУБ

Page bookmark RU2448791 (C1) - DEVICE FOR ERROR-FREE TUBE EXTRUSION

Inventor(s): PASECHNIK NIKOLAJ VASIL EVICH [RU]; SIVAK BORIS ALEKSANDROVICH [RU]; TONKONOGOV VADIM JAKOVLEVICH [RU]; BELOUSOV IGOR JAKOVLEVICH [RU]; SHUKHAT OLEG MIKHAILOVICH [RU]; SERGEEV ALEKSEJ GRIGOR EVICH [RU]; SAPRYKIN ANATOLIJ ALEKSANDROVICH [RU]; FINOGEEV OLEG ALEKSEEVICH [RU]; BELJAKIN ALEKSANDR GENNAD EVICH [RU] +

Applicant(s): ROSSIJSKAJA FEDERATSIIJA OT IM KOTOROJ VYSTUPAET MIN PROMY I TORGOVLI RF [RU] +

Classification:

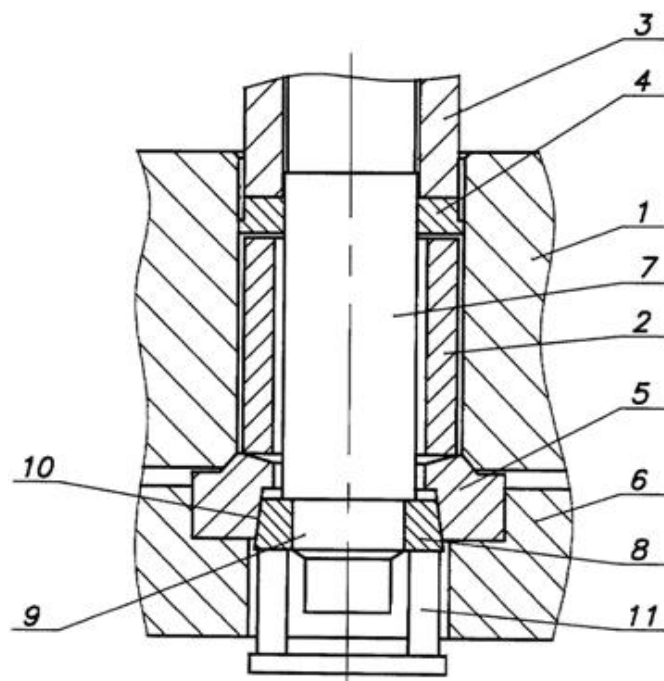
- international: B21C23/08

- Euro:

Application number: RU20100136853 20100906

Priority number(s): RU20100136853 20100906

Изобретение предназначено для повышения точности размеров труб, изготовленных методом прессования. Устройство содержит контейнер, пресс-штемпель, оправку и матрицу. Уменьшение разнотолщинности труб обеспечивается за счет того, что прессовая оснастка снабжена распорным кольцом, установленным с возможностью осевого перемещения на концевой части оправки, а внешняя поверхность распорного кольца выполнена конической и контактирует с ответной конической поверхностью, выполненной на матрице, при этом распорное кольцо снабжено кольцевой опорой с независимым приводом ее осевого перемещения и удаления из зоны прессования.



Bibliographic data: RU2275981 (C2) — 2006-05-10

TUBE EXTRUSION APPARATUS

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ

Page bookmark RU2275981 (C2) - TUBE EXTRUSION APPARATUS

Inventor(s): ZHUKOV ANATOLIY AFANAS EVICH [RU] +

Applicant(s): Открытое акционерное общество "Научно-исследовательский институт металлургической технологии" (RU)

Classification:

- international: B21C23/20

- Euro:

Application number: RU20040120832 20040707

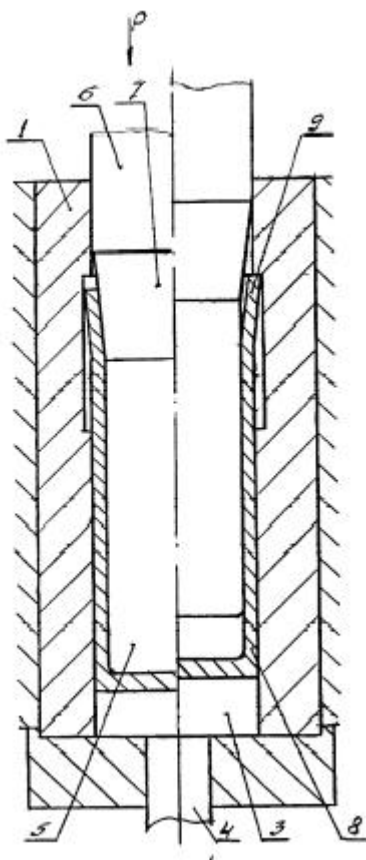
Priority number(s): RU20040120832 20040707

Also published as: RU2004120832 (A)

Abstract of RU2275981 (C2)

Изобретение относится к устройству для прессования труб, преимущественно из цветных металлов методом встречного прессования. Устройство для прессования труб содержит контейнер с выталкивателем, пуансон, через хвостовик связанный с прессом, контейнер выполнен с кольцевой выточкой, а пуансон выполнен переменного сечения с коническим уширением в рабочей части, прилегающим к хвостовику и направленным в его сторону, охватываемым кольцевой выточкой контейнера в момент окончания прессования с образованием кольцевого зазора переменного сечения между контейнером и пуансоном, при

этом хвостовик пуансона выполнен с сечением, равным сечению рабочего отверстия контейнера. Изобретение обеспечивает упрощение изготовления труб и снижение трудоемкости снятия стакана.



Bibliographic data: RU2256520 (C1) — 2005-07-20

HYDRAULIC HORIZONTAL PRESS FOR EXTRUDING SHAPES ГОРИЗОНТАЛЬНЫЙ ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРУТКОВОПРОФИЛЬНЫЙ ПРЕСС

Page bookmark RU2256520 (C1)

Inventor(s): SMIRNOV V G [RU]; ZOBIN V I [RU] +

Applicant(s): ОАО Верхнесалдинское металлургическое производственное объединение (ВСМПО) (RU)

Classification:

- international: B21C23/21; (IPC1-7): B21C23/21

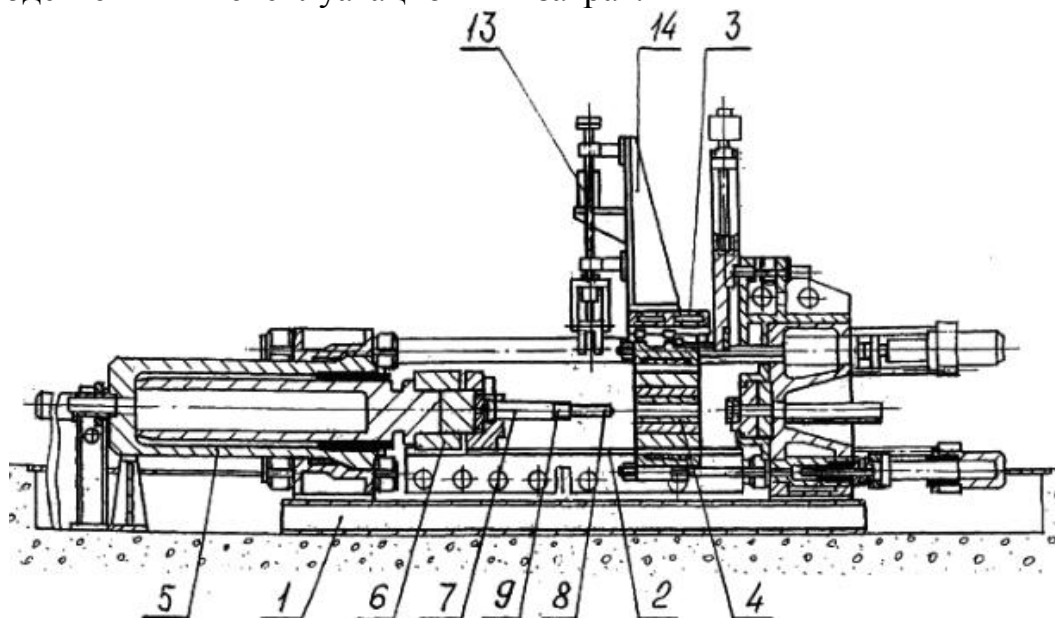
- Euro:

Application number: RU20030133660 20031118

Priority number(s): RU20030133660 20031118

Изобретение относится к области обработки металлов давлением и может быть использовано на металлургических заводах для прессования профилей, например труб. Пресс содержит станину с направляющими, контейнеродержатель с контейнером, главный цилиндр, прессующую траверсу, несущую пресс-

штемпель, и механизм подачи заготовок. Пресс-штемпель фиксируется по оси прессования, и на нем установлены съемная игла и пресс-шайба. Пресс снабжен механизмом перемещения прессового инструмента. Механизм обеспечивает захват съемной иглы и пресс-шайбы в сборе, вращение сборки вокруг оси прессования, снятие и вывод ее из зоны прессования с последующим возвращением и установкой съемной иглы и пресс-шайбы на пресс-штемпеле. В результате обеспечивается расширение технологических возможностей пресса, снижение производственных и эксплуатационных затрат.



Bibliographic data: RU2236316 (C2) — 2004-09-20

TUBE EXTRUSION TOOL

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ

Page bookmark RU2236316 (C2)

Inventor(s): SHIPKOV S F [RU] +

Applicant(s): Открытое акционерное общество "Новосибирский завод хим-концентратов" (RU)

Classification:

- international: B21C25/00; (IPC1-7): B21C25/00

- Euro:

Application number: RU20020120685 20020729

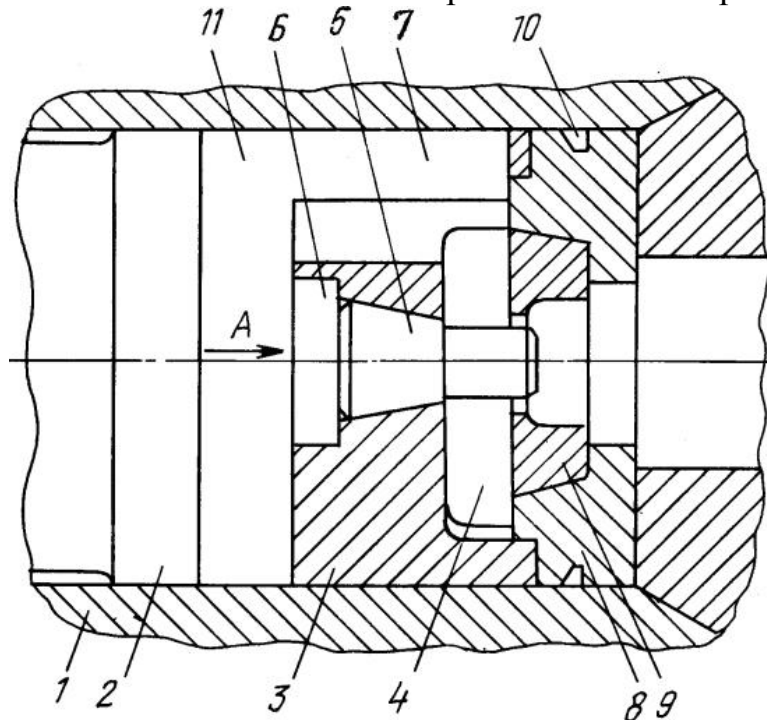
Priority number(s): RU20020120685 20020729

Also published as: RU2002120685 (A)

Реферат:

Использование: изобретение относится к конструкции инструментов для прессования труб из цельной заготовки из алюминиевых сплавов. Сущность: инструмент для прессования труб содержит контейнер обогреваемый, пресс-

штемпель и камерную матрицу, изготовленную на основе базового блока многоугольного использования, состоящего из обоймы, плоского рассекателя и защитной крышки, причем рабочие каналы рассекателя выполнены в форме секторов, размещенных по периметру рассекателя. Изобретение обеспечивает повышение производительности операции прессования труб за счет увеличения пропускной способности каналов плоского рассекателя камерной матрицы.



Bibliographic data: RU2231408 (C2) — 2004-06-27

PRESS FOR MAKING SHAPED RODS

ПРУТКОВО-ПРОФИЛЬНЫЙ ПРЕСС

Page bookmark RU2231408 (C2) - PRESS FOR MAKING SHAPED RODS

Inventor(s): SOSHNIKOV V S [RU]; BARANOV I V [RU]; FEDOROV M V [RU]

+

Applicant(s): Общество с ограниченной ответственностью "Уралмаш- Металлургическое оборудование" (RU)

Classification:

- international: B21C23/21; B30B11/22; (IPC1-7): B21C23/21; B30B11/22

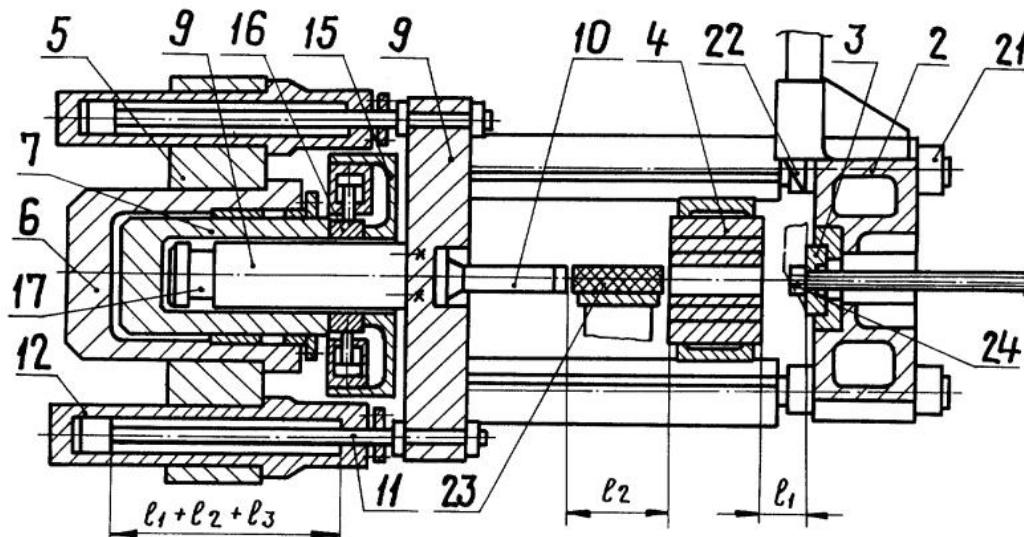
- Euro:

Application number: RU20010111211 20010423

Priority number(s): RU20010111211 20010423

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано в конструкциях горизонтальных гидравлических прессов для производства профилей. На станине смонтированы передняя траверса с матрицей и контейнером и цилиндровая траверса с главным рабочим цилиндром,

установленным по оси прессования. Плунжер главного рабочего цилиндра выполнен с осевой расточкой, в которой с возможностью перемещения от автономного привода установлен мундштук с жестко закрепленным в нем штемпеледержателем. Автономный привод размещен на цилиндровой траверсе. На плунжере смонтированы затворы, фиксирующие мундштук относительно плунжера. В качестве привода перемещения мундштука могут быть использованы цилиндры обратного хода плунжера. В результате обеспечивается уменьшение хода главного рабочего цилиндра.



Bibliographic data: RU2208490 (C2) — 2003-07-20

METHOD FOR EXTRUDING SHORT-LENGTH TUBES

Inventor(s): SMIRNOV V G; SMIRNOV G V +

Applicant(s): ОАО «Верхнесалдинское металлургическое производственное объединение»

Classification:

- international: B21C23/20; (IPC1-7): B21C23/20

- Euro:

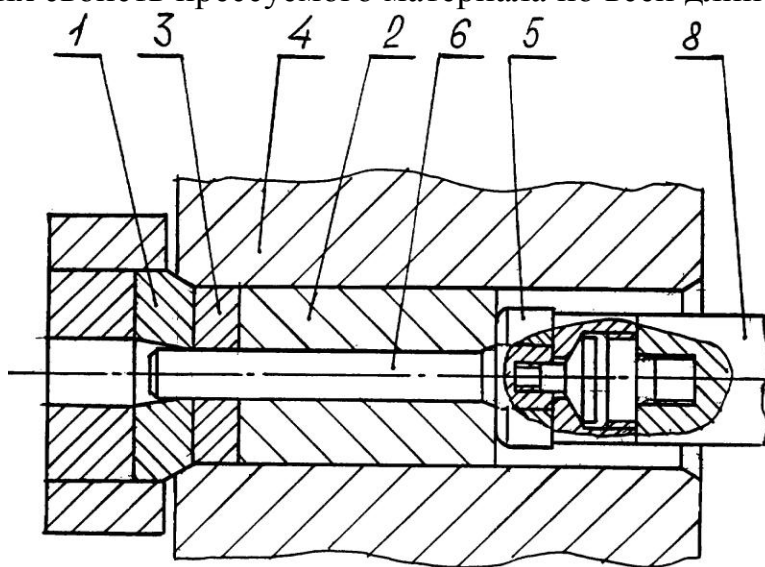
Application number: RU20010116479 20010613

Priority number(s): RU20010116479 20010613

СПОСОБ ПРЕССОВАНИЯ КОРОТКОМЕРНЫХ ТРУБ

Использование: изобретение относится к обработке металлов давлением, в частности к производству короткомерных труб и труднодеформируемых металлов и сплавов. Сущность: способ прессования короткомерных труб включает размещение в матрицедержателе центрирующего кольца, внутренний диаметр которого соответствует диаметру пресс-иглы с обеспечением скользящей посадки, подачу нагретой заготовки с осевым отверстием в контейнер, прессование трубы в зазор между пресс-шайбой и стенкой контейнера в один или несколько пе-

реходов с образованием дна и отделения дна через отрезное кольцо, при этом нагревают технологическую шайбу с осевым отверстием, размещают технологическую шайбу между центрирующим кольцом и заготовкой в контейнере, причем осевое отверстие в нагретом состоянии соответствует диаметру пресс-иглы – это обеспечивается скользящей посадкой, и осуществляют прессование трубы до образования дна в технологической шайбе. Кроме того, иглу перед прессованием соединяют с пресс-штемпелем подвижно в радиальном направлении, а пресс-шайба свободно в осевом направлении размещается на игле. Изобретение обеспечивает повышение коэффициента использования металла путем снижения разностенности прессованных труб, прессование трубы без образования дна из материала трубы, сокращение концевой обрезки труб, получение регламентированных свойств прессуемого материала по всей длине трубы.



Bibliographic data: RU2205081 (C2) — 2003-05-27

TUBE PROFILING PRESS

ТРУБОПРОФИЛЬНЫЙ ПРЕСС

Page bookmark RU2205081 (C2) - TUBE PROFILING PRESS

Inventor(s): SOSHNIKOV V S; BARANOV I V; MOZHAROVSKIY S M; BELJAEV E G +

Applicant(s): Открытое акционерное общество "Уральский завод тяжелого машиностроения"

Classification:

- international: B21C23/08; B30B1/32; (IPC1-7): B21C23/08; B30B1/32

Euro:

Application number: RU20010103719 20010208

Priority number(s): RU20010103719 20010208

TOOL FOR PRESSING OF PIPES WITH WELDING ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ СО СВАРКОЙ

Inventor(s): SHUKHAT OLEG MIKHAILOVICH [RU]; MALAFEEV VALERI
ANDREEVICH [RU]; SERGEEV ALEKSEJ GRIGOR EVICH [RU]; LOKOTOSH
LARISA VASIL EVNA [RU] +

202

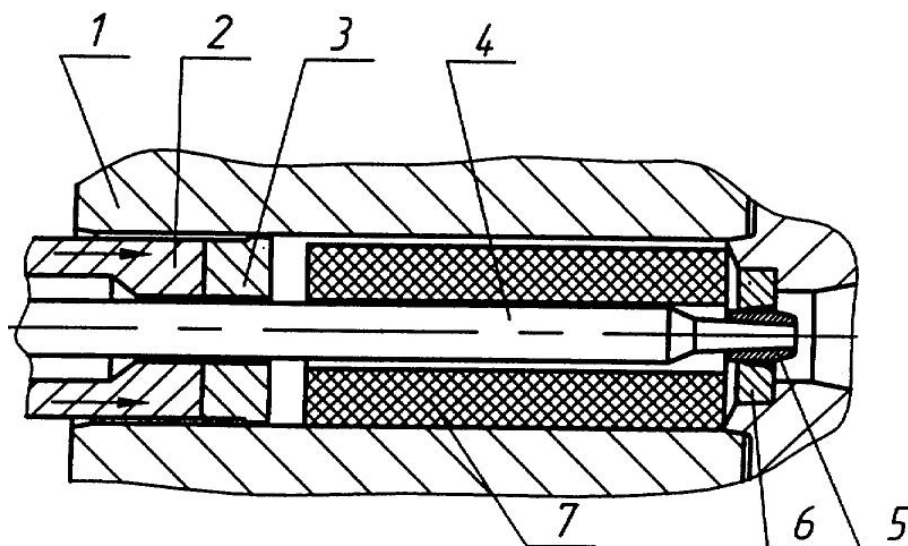
Also published as: RU2007108934 (A)



Application number: RU20060102241 20060126
Priority number(s): RU20060102241 20060126
Also published as: RU2006102241 (A)

Патентообладатель(и):
Открытое Акционерное Общество "Корпорация ВСМПО-АВИСМА" (RU)

УСТРОЙСТВО ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПОЛЫХ ПРОФИЛЕЙ



Изобретение относится к области обработки металлов давлением, а именно – к инструментальной оснастке для горячего прессования полых профилей, в том числе труб, а именно к устройству для прессования полых профилей. В устройстве для прессования полых профилей, содержащем контейнер, прессштемпель, иглу и матрицу; игла снабжена центрирующей пробкой, наружная поверхность которой контактирует с рабочими стенками матрицы, при этом пробка выполнена из обычной малоуглеродистой стали. Техническим результатом настоящего изобретения являются уменьшение разностенности изготавливаемых профилей и повышение выхода годного, а также снижение затрат на изготовление центрирующей пробки с возможностью использования ее многократно.

Bibliographic data: RU2291008 (C1) — 2007-01-10

ARTICLE EXTRUSION TOOL

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Page bookmark RU2291008 (C1) - ARTICLE EXTRUSION TOOL

Inventor(s): MALININ JURIJ PAVLOVICH [RU]; MIKHAJLOV EVGENIJ DMITRIEVICH [RU]; SHCHAPOV VALENTIN ANDREJANOVIC [RU] +

Applicant(s): ОАО KORPORATSIJA VSMPO AVISMA [RU] +

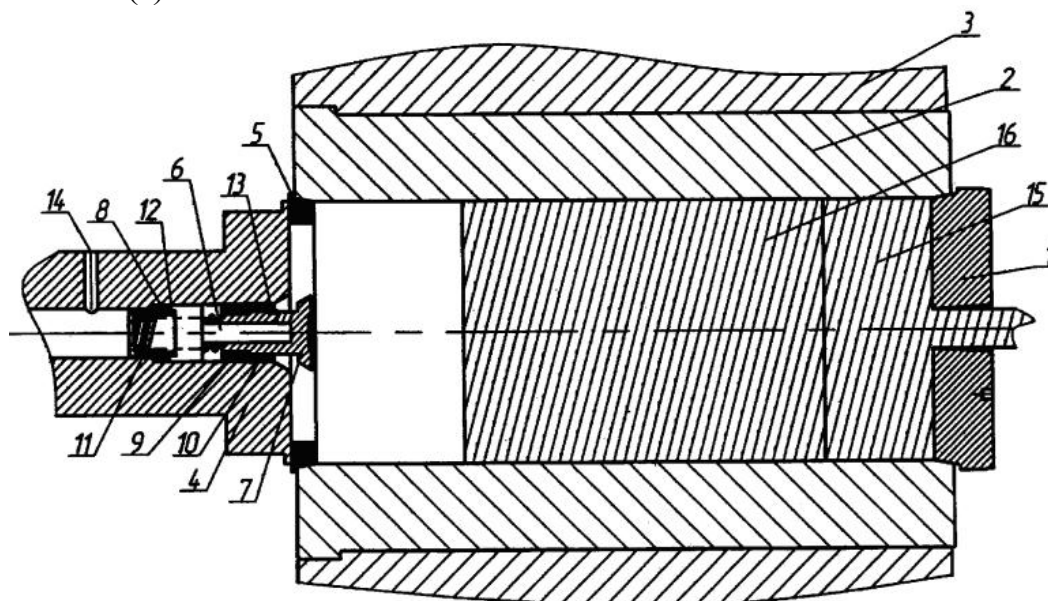
Classification:

- international: B21C25/00

- Euro:

Application number: RU20050118880 20050617

Priority number(s): RU20050118880 20050617



Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано при производстве прессованных изделий, в частности при полунепрерывном прессовании длинномерных изделий. Инструмент содержит матрицу, втулку контейнера, пресс-штемпель и уплотняющую прокладку, установленную с возможностью образования герметичной полости внутри втулки контейнера. Пресс-штемпель выполнен со сквозным каналом и снабжен клапаном для перекрывания входа упомянутого канала. Выход канала расположен на сообщаемой с атмосферой поверхности пресс-штемпеля, а вход – на его рабочей поверхности. Наружная поверхность клапана в закрытом положении совпадает с рабочей поверхностью пресс-штемпеля. Уплотняющая прокладка выполнена с отверстием, расположенным напротив клапана. В результате обеспечивается получение длинномерных изделий без снижения механических свойств в местах сварки заготовок и высокое качество их поверхности.

Bibliographic data: RU2198047 (C2) — 2003-02-10

SHAPE EXTRUDING TOOL

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПРОФИЛЕЙ

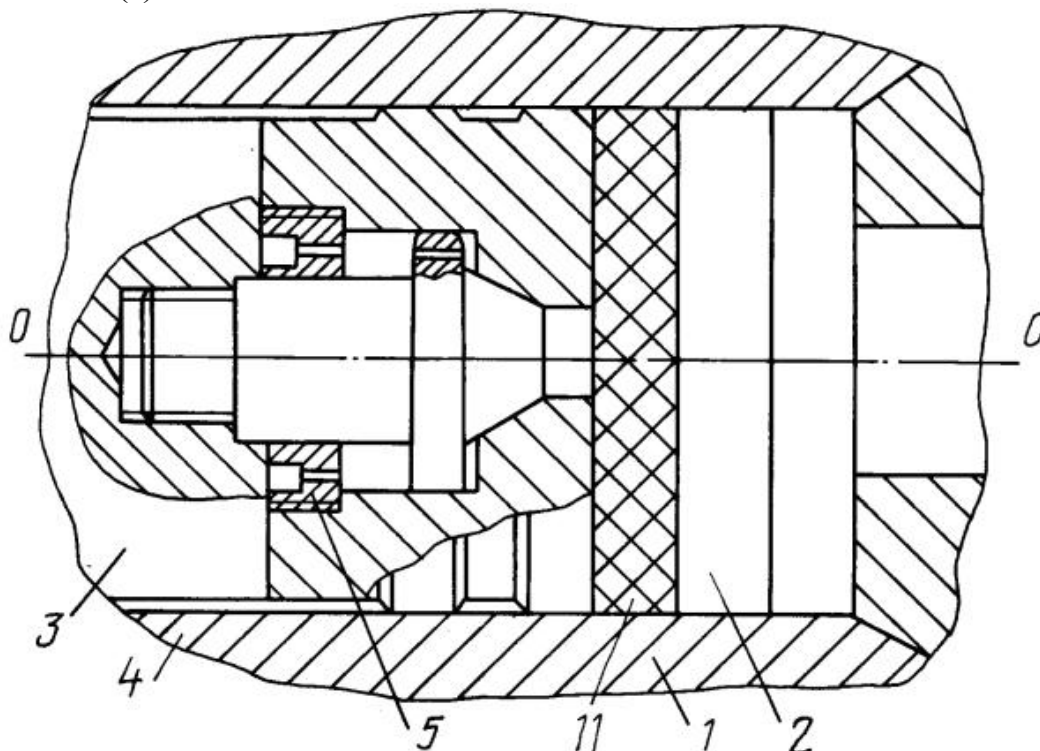
Page bookmark RU2198047 (C2) - SHAPE EXTRUDING TOOL

Inventor(s): GERAS KIN N V; LITVINOV A P; SOKNYSHEV S A; SHIPKOV S F
+

Applicant(s): Открытое акционерное общество "Новосибирский завод хим-
концентратов"

Classification:

- international: B21C25/00; (IPC1-7): B21C25/00
- Euro:
Application number: RU20000115192 20000613
Priority number(s): RU20000115192 20000613



Использование: изобретение относится к области обработки металлов и может быть использовано для прессования на прессах простого действия из цельной заготовки алюминиевых сплавов профилей по методу "заготовка за заготовкой". Сущность: в инструменте для прессования профилей, содержащем обогреваемый контейнер, профилированную камерную матрицу, штемпель и сборную пресс-шайбу, согласно изобретению, пресс-шайба с помощью стяжки прикреплена к штемпелю с возможностью свободного смещения ее относительно штемпеля, а на переднем торце стяжки выполнен выступ размерами, равными размерам ответного центрального отверстия пресс-шайбы. Изобретение обеспечивает возможность создания инструмента для прессования профилей такой конструкции, которая позволила бы уменьшить нагрузки, связанные с переналадкой, для прессования профиля из следующей очередной заготовки за счет предварительной разгерметизации рабочей зоны контейнера перед выводом из него пресс-шайбы.

Bibliographic data: RU2188728 (C2) — 2002-09-10

CONTAINER FOR EXTRUDING ARTICLES

КОНТЕЙНЕР ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

Page bookmark RU2188728 (C2)

Inventor(s): SOSHNIKOV V S; BARANOV I V; KARASEV M A; KHIRDZHIEV S G +

Applicant(s): Открытое акционерное общество "Уральский завод тяжелого машиностроения"

Classification:

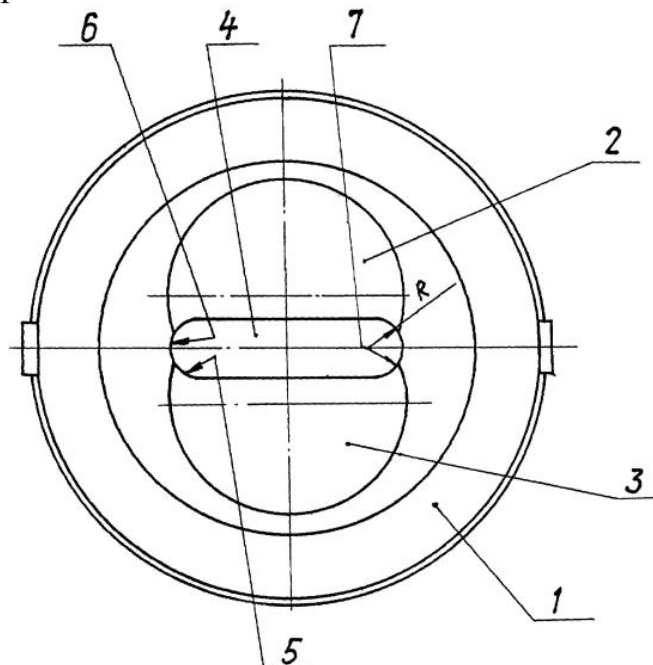
- international: B21C27/00; (IPC1-7): B21C27/00

- Euro:

Application number: RU20000116959 20000626

Priority number(s): RU20000116959 20000626

Изобретение относится к обработке металлов давлением, в частности к конструкциям контейнеров для прессования изделий из плоских заготовок на мощных гидравлических прессах. Контейнер для прессования плоских заготовок содержит рабочую втулку, составленную из цилиндрических частей с закругленными пазами, образующими отверстие для заготовки, и корпус, охватывающий с натягом части втулки, при этом цилиндрические части рабочей втулки установлены эксцентрично относительно корпуса, длина дуги контакта части втулки с корпусом превышает длину полуокружности ее цилиндрической поверхности, а отверстие для заготовки дополнительно образовано цилиндрическими расточками в корпусе, сопрягаемыми с закруглениями пазов частей рабочей втулки. Изобретение обеспечивает повышение стойкости контейнера.



Bibliographic data: RU2177848 (C2) — 2002-01-10

SHAPE PRODUCTION METHOD СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЕЙ

Page bookmark RU2177848 (C2) - SHAPE PRODUCTION METHOD

Inventor(s): GRISHECHKIN A I; LITVINOV A N; KAVTAEV E E; EVDOKIMOV A A; UGLOV A V; TIMOFEEV A V; SHUMILOV A V; KOLOMEJTSEV V T; FEDOROV P V; SUDAR S K; BUKREEV V V; MIKHAILOV E D; GLAZENKOV S EH; MARCHENKO A A; KUCHIN V JU +

Applicant(s): ОАО «Верхнесалдинское металлургическое производственное объединение»

Classification:

- international: B21C23/00; B21D3/00; (IPC1-7): B21C23/00; B21D3/00

- Euro:

Application number: RU19990124968 19991129

Priority number(s): RU19990124968 19991129

Использование: изготовление длинномерных изделий методом прессования. Сущность изобретения: осуществляют выдавливание заготовки из контейнера через матрицу, направление профиля между регулируемыми роликами клеток, захват и сопровождение профиля тянущим устройством вдоль стола пресса, обрезка профиля, поперечная передача на ось растяжной машины, растяжка, поперечная передача на рольганг линии резки, резка на мерную длину и правка поперечной кривизны профиля при выходе его на стол пресса путем проведения корректирующей деформации профиля между регулируемыми роликами клеток, установленных на столе пресса. Регулировку роликов производят в горизонтальной и/или вертикальной плоскости одновременно с процессом выдавливания заготовки. Изобретение обеспечивает возможность корректирующей деформации профиля в горизонтальной и/или вертикальной плоскостях непосредственно в процессе прессования.

Bibliographic data: RU2168382 (C1) — 2001-06-10

METHOD FOR MANUFACTURE OF LIGHT-ALLOY PIPES СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЛЕГКОСПЛАВНЫХ ТРУБ

Page bookmark RU2168382 (C1) - METHOD FOR MANUFACTURE OF LIGHT-ALLOY PIPES

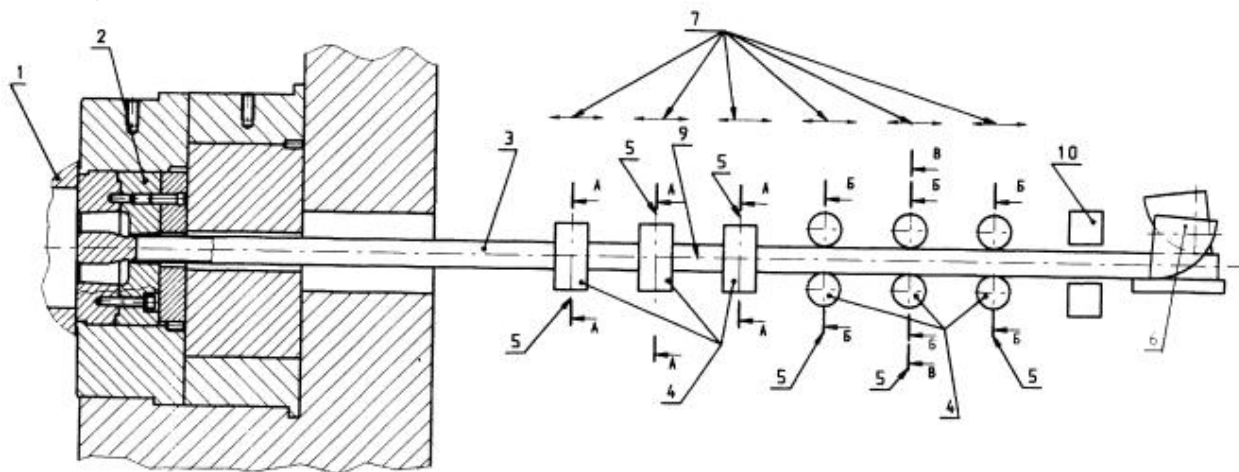
Inventor(s): PASECHNIK N V; SIVAK B A; SHIFRIN I N; KUROVICH A N; SHUKHAT O M; SERGEEV A G; MALAFEEV V A; POGORELYJ V A; LOKOTOSH L V +

Applicant(s): Открытое акционерное общество Акционерная холдинговая компания "Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт металлургического машиностроения им. акад. Целикова"

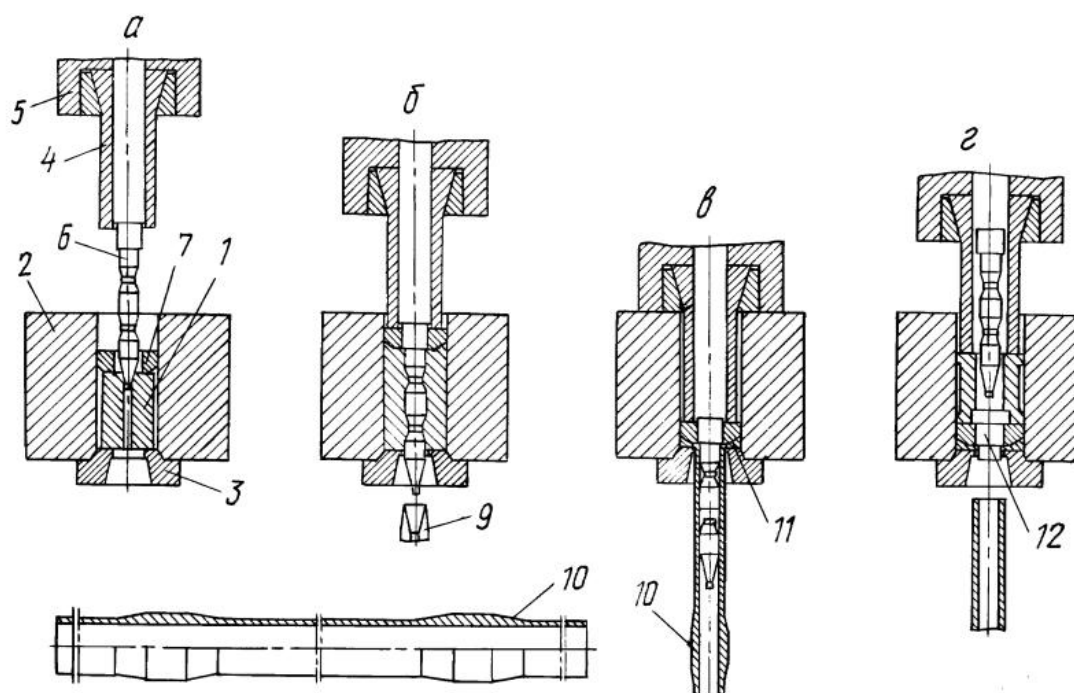
- international: B21C23/08; (IPC1-7): B21C23/08

Application number: RU19990123940 19991112

Priority number(s): RU19990123940 19991112



Способ изготовления легкосплавных труб постоянного и периодического, с наружными утолщениями, сечения относится к получению трубы методом горячего прессования на вертикальном гидравлическом экструдинг-прессе и включает нагрев заготовки, нанесение технологической смазки, прессование трубы прямым истечением из контейнера под воздействием пресс-штемпеля в кольцевой зазор между матрицей и подвижной иглой постоянного или переменного, с кольцевыми проточками, сечения и последующее отделение трубы от пресс-остатка посредством просечки последнего. Трубу получают на прессе, снабженном прошивной системой, путем производимых последовательно в одном рабочем цикле прессы операций экспандирования заготовки и прессования трубы. Экспандирование осуществляют закрепленной на прошивной системе прессы иглой с экспандирующим передним участком в виде конуса с центральным углом $29-31^\circ$, заканчивающегося направляющим цилиндрическим носиком диаметра, соответствующего диаметру отверстия в заготовке. Изобретение позволяет при изготовлении труб из легких сплавов на вертикальных экструдинг-прессах с прошивной системой отказаться от использования под прессование полых заготовок, получаемых механической обработкой, и перейти на сплошные заготовки с центральным отверстием малого диаметра, а также обеспечивает повышение точности горячепрессованных труб до уровня точности холоднодеформированных труб. В результате достигается значительная экономия легких сплавов, существенное сокращение потребного для трубного производства количества металлорежущего и деформирующего оборудования, снижение трудоемкости этого производства и стоимости труб.



Bibliographic data: RU2166394 (C1) — 2001-05-10

METHOD FOR MAKING SEAMLESS STEEL TUBES

СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ СТАЛЬНЫХ БЕСШОВНЫХ ТРУБ

Inventor(s): KUROVICH A N; SHUKHAT O M; SERGEEV A G; MALAFEEV V A; POGORELYJ V A +

Applicant(s): Открытое акционерное общество Акционерная холдинговая компания "Всероссийский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт металлургического машиностроения имени академика Целикова"

Classification:

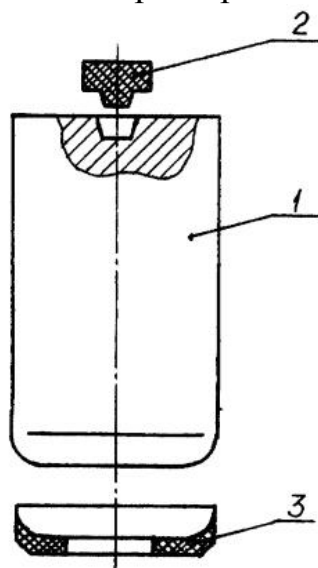
- international: B21C23/08; (IPC1-7): B21C23/08

Application number: RU19990122649 19991029

Priority number(s): RU19990122649 19991029

Использование: способ изготовления стальных бесшовных труб предусматривает получение трубы из сплошной заготовки методом горячей прошивки и прессования за один рабочий цикл прессы и включает нагрев заготовки, нанесение смазки, последовательные операции прошивки заготовки, прессования трубы и отделения трубы от пресс-остатка. Сущность: изготовление трубы осуществляют на вертикальном гидравлическом трубном экструдинг-прессе, снабженном устройством для отрезки пресс-остатка, с использованием не скрепленной с пресс-штемпелем пресс-шайбы и технологической смазки из стекломатериала. Смазку наносят на боковую поверхность нагретой заготовки путем обкатки ее по стеклопорошку, а также помещают на матрицу и верхний торец заготовки в виде предварительно скомпактированных шайб. При этом используют обточенную заготовку с выполненным под стеклошайбу углублением на одном из ее

торцов и радиусным скруглением кромки на противоположном торце. Перед прошивкой заготовки производят ее осадку в контейнере пресс-штемпелем с последующим подъемом пресс-штемпеля над заготовкой для создания свободного пространства под увеличение высоты заготовки при прошивке. Также возможно использование заготовки с предварительно выполненным в ней путем сверления центральным отверстием с коническим расширением у верхнего торца и уменьшенным наружным диаметром, обеспечивающим повышенный кольцевой зазор между заготовкой и стенкой полости контейнера. Прошивку такой заготовки осуществляют методом экспандирования с помощью иглы, снабженной специальным экспандирующим наконечником, без предварительной осадки заготовки пресс-штемпелем и последующего подъема пресс-штемпеля над заготовкой. Изобретение обеспечивает снижение капитальных затрат при создании трубного производства, трудоемкости и эксплуатационных расходов при изготовлении труб, при этом создаются выгодные условия для строительства металлургических мини-заводов и организации производства труб в заготовительных цехах машиностроительных заводов, повышается качество труб, существенно улучшаются экологические характеристики трубного производства.



Bibliographic data: RU2151015 (C1) — 2000-06-20

TOOL FOR EXTRUDING TUBES

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ДВУХ ТРУБ

Page bookmark RU2151015 (C1) - TOOL FOR EXTRUDING TUBES

Inventor(s): SHIPKOV S F; GERAS KIN N V; LITVINOV A P +

Applicant(s): Открытое акционерное общество "Новосибирский завод хим-
концентратов"

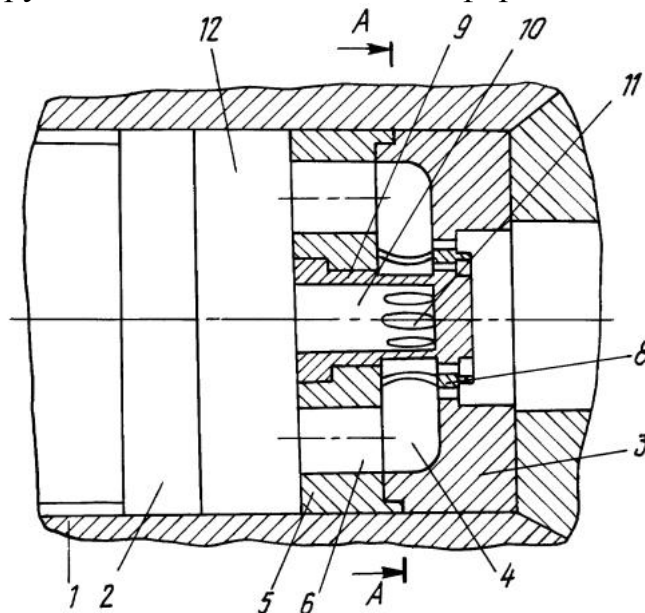
Classification:

- international: B21C25/00; (IPC1-7): B21C25/00

- Euro:

Application number: RU19980113758 19980720
Priority number(s): RU19980113758 19980720
Патентообладатель(и):

Изобретение относится к обработке металлов давлением и может быть использовано для прессования на прессах простого действия из цельной заготовки алюминиевых сплавов двух труб (труба в трубе) с заданной толщиной их стенок. Техническим результатом является прессование двух отдельных труб. Инструмент для прессования двух труб содержит обогреваемый контейнер, пресс-штемпель и камерную матрицу, включающую наружную матрицу, снабженную сварочной камерой, плоский рассекаТЕЛЬ, снабженный выступом для формирования межтрубного пространства, и закладную иглу для формирования внутреннего размера меньшей трубы, снабженную системой питающих каналов сварочной камеры формирования стенки меньшей трубы. Прессование двух отдельных труб достигается тем, что трубчатый выступ рассекающего в зоне формирования стенок труб выполнен без пазов для формирования межтрубных ребер.



Bibliographic data: RU2122909 (C1) — 1998-12-10

TOOL FOR EXTRUDING TUBES AND RODS ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ И ПРУТКОВ

Inventor(s): BELJAEV A L; DEDOV O A; KOMISSAROV V A; NOZDRIN I V;
OGURTSOV A N; SAPURIN L JU; SAFONOV V N; CHEKANOV JU A +

Applicant(s): Открытое акционерное общество "Чепецкий механический завод"

Classification:

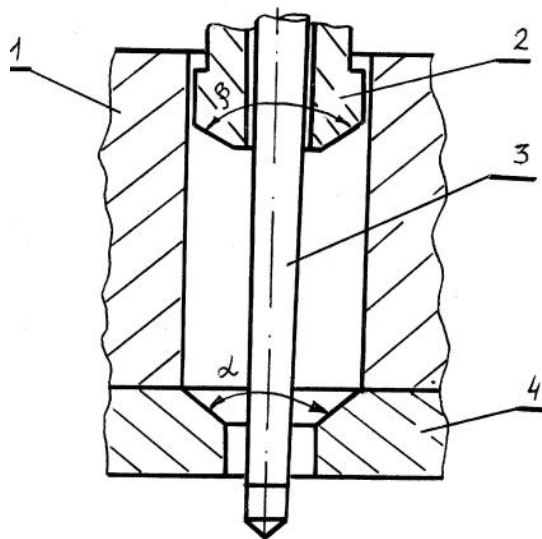
- international: B21C25/00; (IPC1-7): B21C25/00

- Euro:

Application number: RU19970110539 19970618

Priority number(s): RU19970110539 19970618

Использование: изготовление труб и прутков методом прессования. Цель изобретения: исключение преждевременного износа инструмента и увеличение выхода годного при перекосе пресс-инструмента. Инструмент для прессования труб и прутков содержит контейнер с подвижно установленным в нем пресс-штемпелем с конусной рабочей головкой, у которой угол конуса выполнен с превышением угла конуса заходной части матрицы, неподвижно прикрепленной к тому же контейнеру, при этом угол конуса матрицы составляет $0,975-0,996$ угла конуса головки пресс-штемпеля. Результат – исключение преждевременного износа инструмента и увеличение выхода годного при перекосе пресс-инструмента.



Bibliographic data: RU2119396 (C1) — 1998-09-27

METHOD FOR PIERCING BLANK AND APPARATUS FOR PERFORMING THE SAME

СПОСОБ ПРЕССОВОЙ ПРОШИВКИ ЗАГОТОВКИ И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ

Inventor(s): SMIRNOV V G; SMIRNOV G V; SEMKOV V G; RYBAKOV E V

Applicant(s): Открытое акционерное общество Верхнесалдинское металлургическое производственное объединение

Classification:

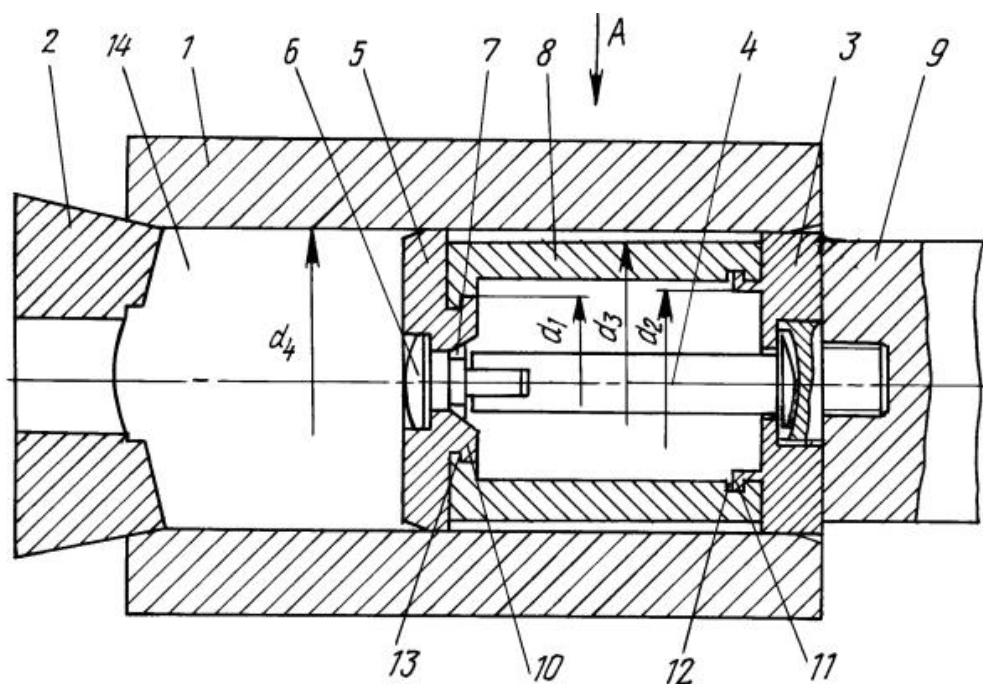
- international: B21C23/08; B21J5/10; (IPC1-7): B21C23/08; B21J5/10

- Euro:

Application number: RU19970111389 19970709

Priority number(s): RU19970111389 19970709

Использование: в металлургии при прессовании труб на прессах без прошивной системы. Сущность изобретения: способ прессовой прошивки заготовки содержит размещение и фиксацию на оси прессования на пресс-штемпеле пресс-шайбы, иглы, центрирующего кольца, центрирующей втулки и прошивня, соединение и фиксацию в осевом направлении центрирующей втулки и пресс-шайбы посредством съемной втулки, подачу заготовки на ось прессования, распрессовку, отвод пресс-штемпеля в исходное положение, удаление съемной втулки, прошивку заготовки. Устройство содержит контейнер, матрицу, пресс-штемпель, пресс-шайбу, иглу, центрирующее кольцо, центрирующую втулку и прошивень. Центрирующая втулка и пресс-шайба снабжены Г-образными цилиндрическими выступами и соединены съемной втулкой. Наружный диаметр выступа на центрирующей втулке меньше, чем внутренний диаметр выступа на пресс-шайбе. Съемная втулка состоит из двух половин с кольцевой проточкой и ступенчатым выступом на внутренней поверхности. При этом диаметр центрирующей втулки меньше диаметра пресс-шайбы. Диаметр контейнера выполнен ступенчатым. Предлагаемые способ и устройство для осуществления обеспечивают распрессовку заготовки независимо от диаметра прошиваемого отверстия, чем и достигается точность при прошивке осевого отверстия.



Bibliographic data: RU2110345 (C1) — 1998-05-10

EXTRUSION METHOD
СПОСОБ ПРЕССОВАНИЯ

Inventor(s): KOZIJ S I; PAVLENKO JU I +

Applicant(s): Акционерное общество "Самарская металлургическая компания",

Самарский государственный аэрокосмический университет им. С.П. Королева

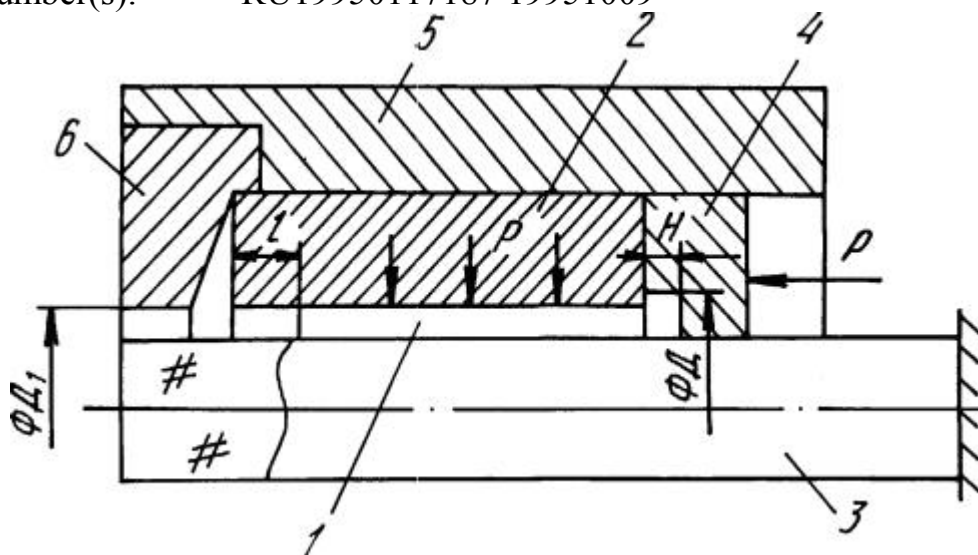
Classification:

- international: B21C23/00; (IPC1-7): B21C23/00

- Euro:

Application number: RU19950117187 19951009

Priority number(s): RU19950117187 19951009



Изобретение относится к обработке металлов давлением, в частности к способам прессования составных по толщине пустотелых слитков для получения труб с плакированной рабочей поверхностью. Способ прессования преимущественно составных слитков, содержащих две размещенные одна в другой пустотелые заготовки, внутренняя из которых выполнена из менее прочного материала, включает составление слитка, фиксирование заготовок относительно друг друга, нагрев слитка, установку его на иглу с последующим прессованием через коническую матрицу путем его размещения в контейнере и приложения осевого сжимающего усилия к торцу слитка через пресс-шайбу. При этом составной слиток выполняют из разновеликих заготовок, формируют уступ на одном из его торцов при их взаимном фиксировании, при установке слитка на иглу уступ обращают в сторону конической матрицы, а в процессе прессования прикладывают деформирующее усилие к пресс-шайбе, имеющей выполненную соосно отверстию кольцевую выемку с диаметром, превышающим диаметр заготовки из менее прочного материала, осуществляют заполнение менее прочным материалом свободного объема кольцевой выемки, обеспечивая сдвиг менее прочного материала слитка относительно прочного материала в направлении, противоположном направлению прикладываемого деформирующего усилия.

Bibliographic data: RU2097159 (C1) — 1997-11-27

TOOL SET FOR EXTRUDING STRIP ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ ПОЛОСЫ

Inventor(s): SHIPKOV SAVELIJ F [RU]; ALEKSANDROV ALEKSANDR B [RU];
SNOPKOV YURIJ V [RU] +

Applicant(s): Акционерное общество открытого типа "Новосибирский завод химконцентратов"

Classification:

- international: B21C25/00; (IPC1-7): B21C25/00

- Euro:

Application number: RU19950112778 19950725

Priority number(s): RU19950112778 19950725

Для получения полосы увеличенной ширины в инструменте, включающем в себя контейнер, пресс-штемпель и сборную матрицу, последняя выполнена в виде круглой матрицы-вставки и иглы, установленных с помощью обоймы на общем основании так, что рабочее очко матрицы имеет форму сегмента кольцевого зазора между рабочими поверхностями матрицы-вставки и иглы, ось которого смещена относительно оси контейнера. Все элементы сборной матрицы обрабатываются на универсальных металлургических станках, что значительно снижает затраты ручного труда при ее изготовлении. Срок службы матрицы как минимум вдвое больше существующих, так как по мере износа рабочих профилей поворотом вокруг своей оси матрицы-вставки и иглы включаются новые изношенные участки.

Bibliographic data: RU2097158 (C1) — 1997-11-27

TUBE EXTRUSION METHOD СПОСОБ ПРЕССОВАНИЯ ТРУБ

Page bookmark RU2097158 (C1) - TUBE EXTRUSION METHOD

Inventor(s): SMIRNOV VLADIMIR G [SU]; TETYUKHIN VLADISLAV V [SU] +

Applicant(s): Верхнесалдинское металлургическое производственное объединение

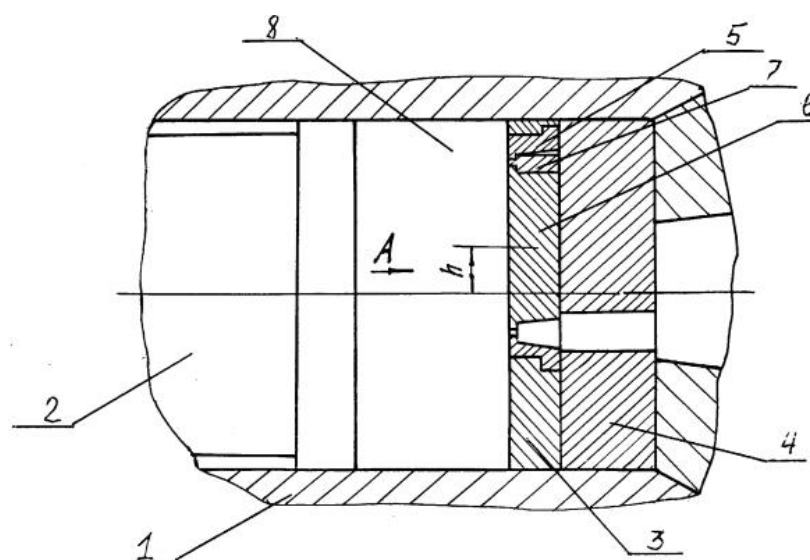
Classification:

- international: B21C23/08; (IPC1-7): B21C23/08

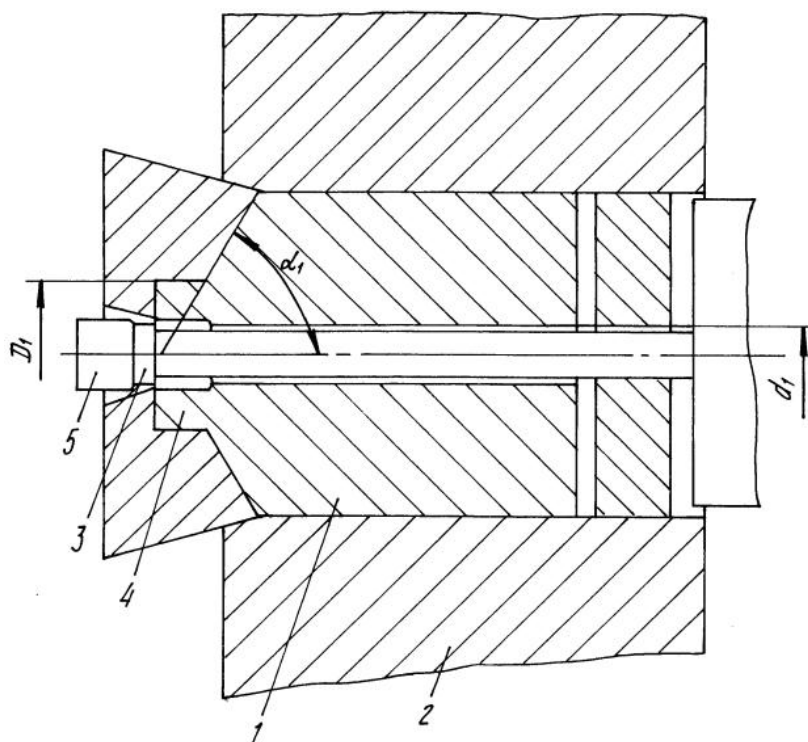
- Euro:

Application number: RU19960117827 19960902

Priority number(s): RU19960117827 19960902



Использование: снижение разностенности прессованных труб и уменьшение поверхностных дефектов при производстве труб на горизонтальных трубопрофильных прессах. Сущность изобретения: способ прессования труб содержит нагрев исходной заготовки, прошивку осевого отверстия, механическую обработку, повторный нагрев, прессование трубы в зазор между матрицей и оправкой. При прошивке диаметр осевого отверстия выполняют меньше внутреннего диаметра прессуемой трубы, а на переднем конце заготовки формируют цилиндрический выступ с конической ступенькой перехода от тела заготовки, причем диаметр выступа больше наружного диаметра трубы. После этого осуществляют механическую обработку заготовки, при этом цилиндрический выступ обтачивают под конус с диаметром на торце меньше наружного диаметра трубы. Осевое отверстие растачивают таким образом, что на длине, соответствующей длине торцевого выступа, диаметр отверстия выполняют на 1–5 % меньше внутреннего диаметра трубы, а на остальной длине диаметр отверстия выполняют больше внутреннего диаметра трубы. При последующем прессовании используют оправку, задний конец которой выполнен криволинейно расширяющимся до диаметра, превышающего внутренний диаметр трубы. Перед началом прессования оправку вводят в осевое отверстие заготовки до сопряжения боковой поверхности переднего конца с поверхностью осевого отверстия выступа заготовки и контакта боковой криволинейной поверхности заднего конца оправки с ребром осевого отверстия заготовки, после чего заготовку торцевым выступом устанавливают по оси прессования в очко матрицы, а задний конец оправки вместе с пресс-шайбой центрируют по оси контейнера.



Bibliographic data: RU2063821 (C1) — 1996-07-20

HYDRAULIC PRESS OF REVERSE PRESSING ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРЕСС ОБРАТНОГО ПРЕССОВАНИЯ

Inventor(s): ARANOVSKIY VIKTOR A [RU]; PASLOV VADIM N [RU]; BERLIN BORIS M [RU]; MOROZOV KONSTANTIN P [RU]; AGAPOV YURIJ A [RU] +

Applicant(s): NOVOSIB PROIZV OB EDINENIE TYA [RU] +

Classification:

- international: B21C23/20; B30B1/32; (IPC1-7): B21C23/20; B30B1/32

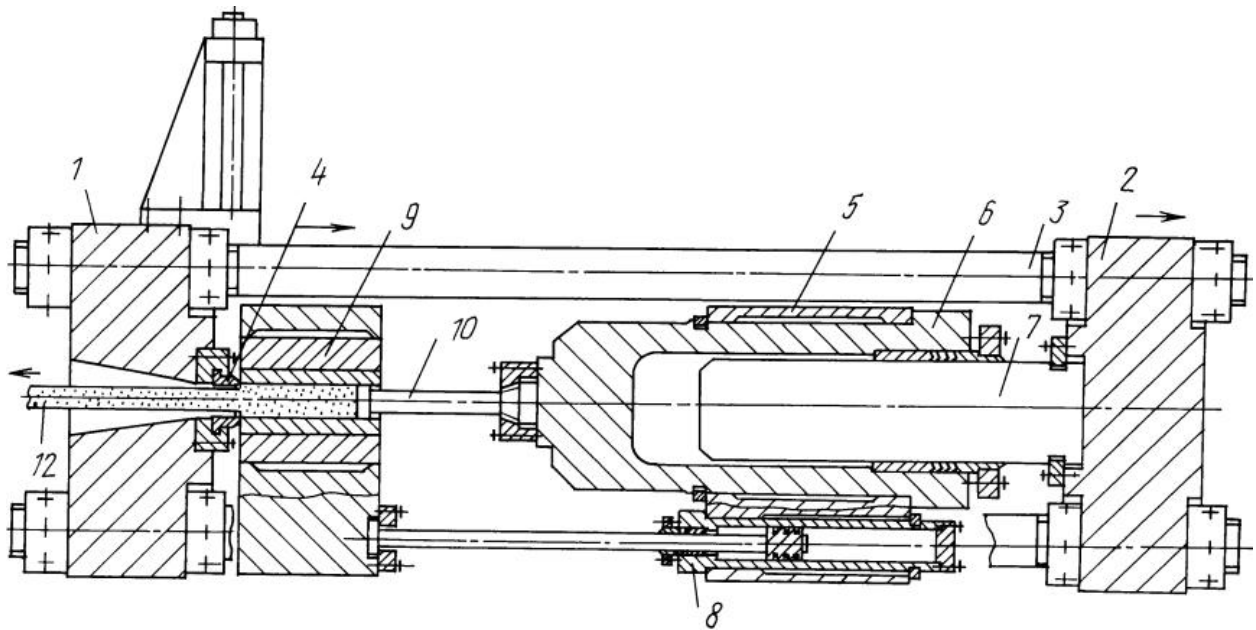
- Euro:

Application number: RU19930001672 19930111

Priority number(s): RU19930001672 19930111

Новосибирское производственное объединение "Тяжстанкогидропресс"

Использование: изобретение относится к области обработки металлов давлением. Сущность: пресс содержит переднюю 1 подвижную и заднюю 5 траверсы, контейнер 9, затвор 8 для контейнера, установленный на днище главного цилиндра 6, плунжер 7 которого прикреплен к тянущей траверсе 2, связанной, в свою очередь, с передней траверсой 1, к которой прикреплена матрица 4. При использовании данного пресса уменьшается давление прессования в контейнере в направлении от матрицы к затвору для контейнера. Это сказывается на долговечности пресса.



Bibliographic data: US3919873 (A) — 1975-11-18

EXTRUSION MEMBER FOR POSITIONING BEHIND THE REAR FACE OF MATERIAL TO BE EXTRUDED IN AN EXTRUSION PRESS

Inventor(s): BISWAS AMIT KUMAR; LEVENTER ROBERT S +

Applicant(s): SCHLOEMANN SIEMAG AG +

Classification:

- international: B21C26/00; B21C35/04; G11B5/024; (IPC1-7): B21C35/00

- Euro: B21C26/00; B21C35/04

Application number: US19740461235 19740415

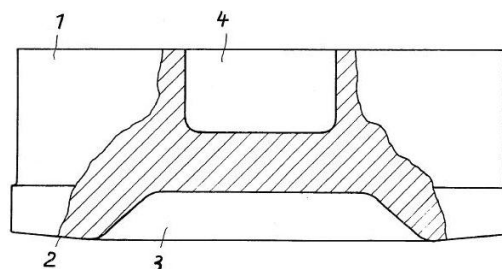
Priority number(s): DE19732319139 19730416

Also published as: FR2225225 (A1) DE2319139 (A1) GB1425793 (A) ES424121 (A1) JP50008761 (A) more

Abstract of US3919873 (A)

First page clipping of US3919873 (A)

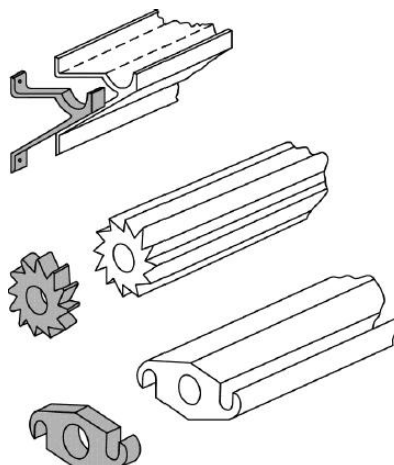
An extrusion disc for positioning behind the rear face of a billet to be extruded in an extrusion press. The front face of the extrusion disc has a recess and a zone adjacent the recess for engaging the billet, and there are means associated with the recess for applying to the rear of the billet, after extrusion, a resilient force for separating the rear of the extrusion butt from the front of the extrusion member, the resilient force applying means either being provided by trapping air in the recess or by providing a spring-loaded plate in the recess.



ТЕЗАУРУС АНГЛОЯЗЫЧНЫХ ТЕРМИНОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В ОБЛАСТИ ПРЕССОВАНИЯ

Extrusion – It is a process where a billet is forced through a die.

- Parts have constant cross-section
- Typical Products of Extrusion – Sliding Doors, tubing having various cross-sections, structural and architectural shapes and door and window frames.



Extrusions and examples of products made by sectioning off extrusions

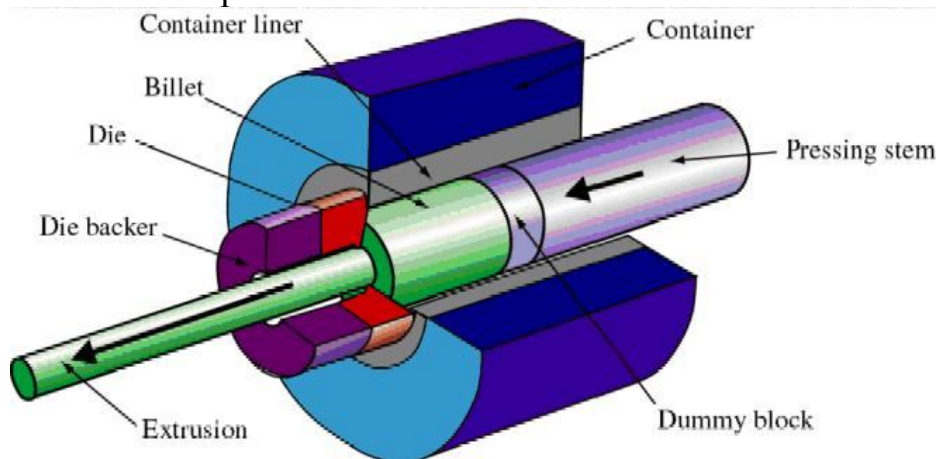
Types of Extrusion:

Direct Extrusion (or) Forward Extrusion – Billet is placed in a chamber and forced through a die opening by a hydraulically-driven ram or pressing stem.

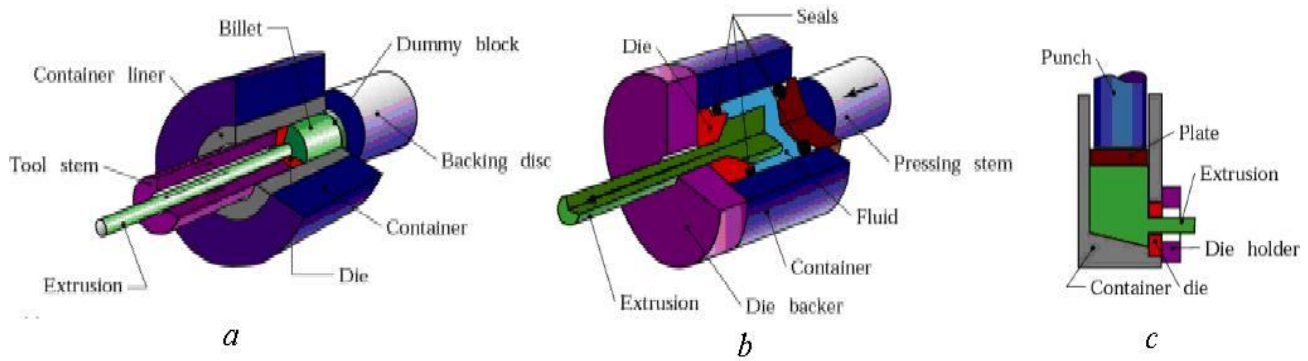
Indirect Extrusion – Die moves towards the billet.

Hydrostatic Extrusion – The billet is smaller in diameter than the chamber, which is filled with a fluid, and the pressure is transmitted to the billet by a ram.

Extrusion Ratio = A_0 / A_f , A_0 – cross-sectional area of the billet, A_f – cross-sectional area of extruded product



Schematic illustration of direct extrusion process.

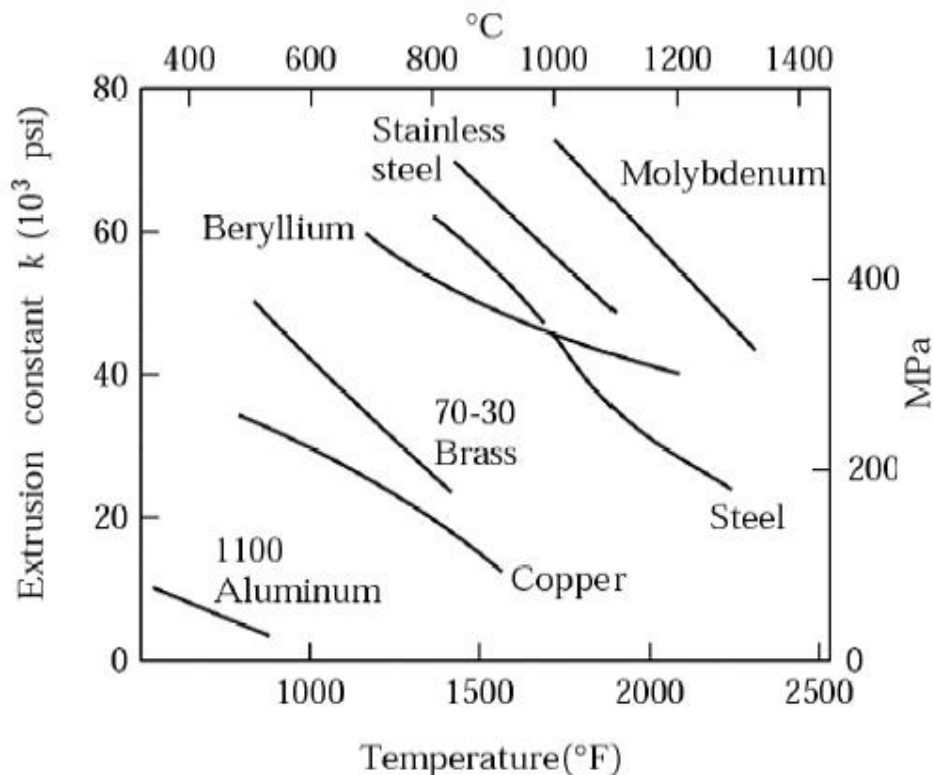


Types of Extrusion (a) indirect (b) hydrostatic (c) lateral

Extrusion Force :

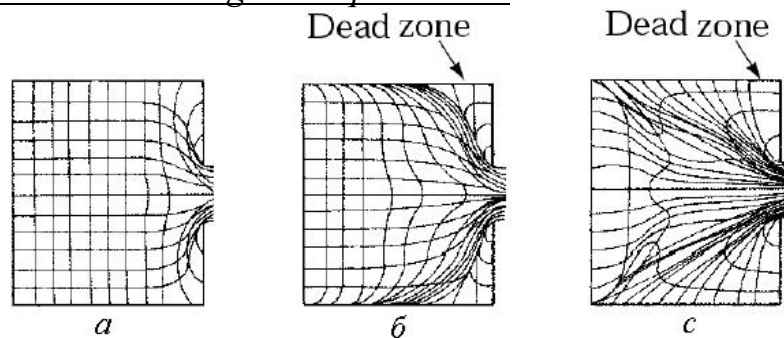
$$F = A_0 k \ln(A_0/A_f)$$

k – extrusion constant; A_0 , A_f – billet and extruded product areas

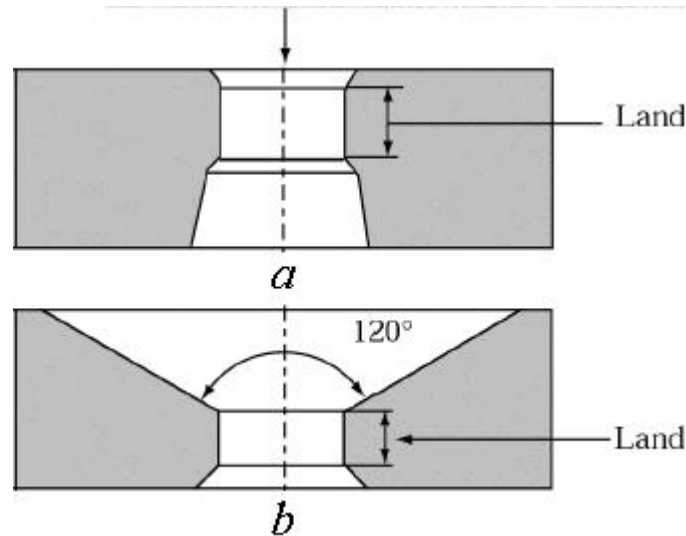


Extrusion constant k for various metals at different temperatures

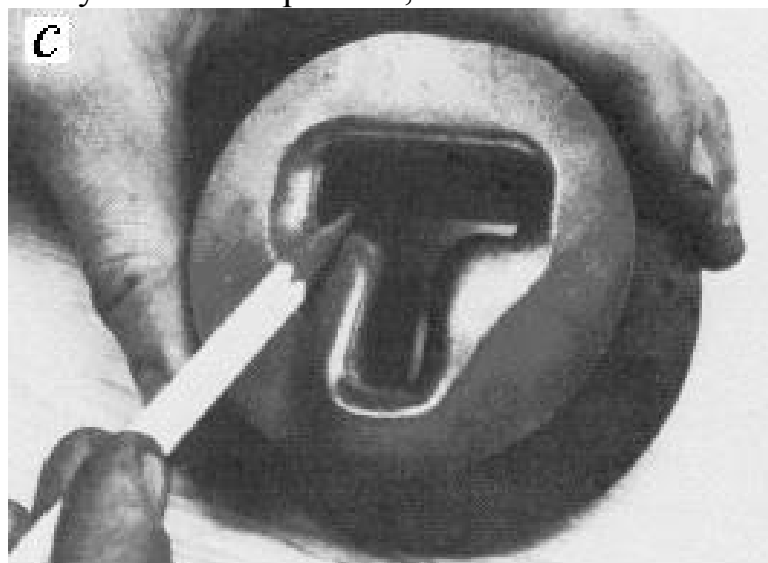
Types of Metal flow in extruding with square dies.



Types of metal flow in extruding with square dies. (a) Flow pattern obtained at low friction, or in indirect extrusion. (b) Pattern obtained with high friction at the billet-chamber interfaces. (c) Pattern obtained at high friction, or with cooling of the outer regions of the billet in the chamber. This type of pattern, observed in metals whose strength increases rapidly with decreasing temperature, leads to defect known as pipe, or extrusion defect.



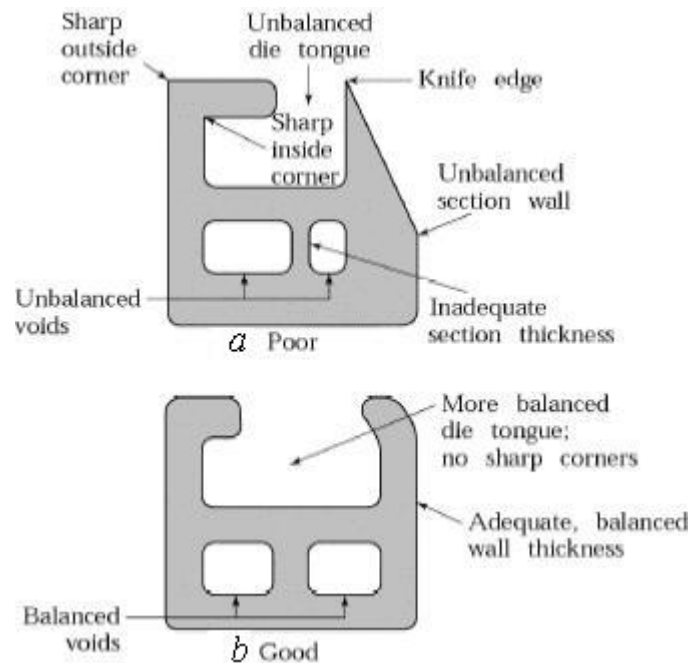
- Extrusion is carried out at elevated temperatures – for metals and alloys that do not have sufficient ductility at room temperature, or in order to reduce the forces required.



Die Design and Die Materials

An extruded 6063-T6 aluminum ladder lock for aluminum extension ladders. This parts is 8mm thick and is sawed from the extrusion. Components of various dies for extruding intricate hollow shapes.

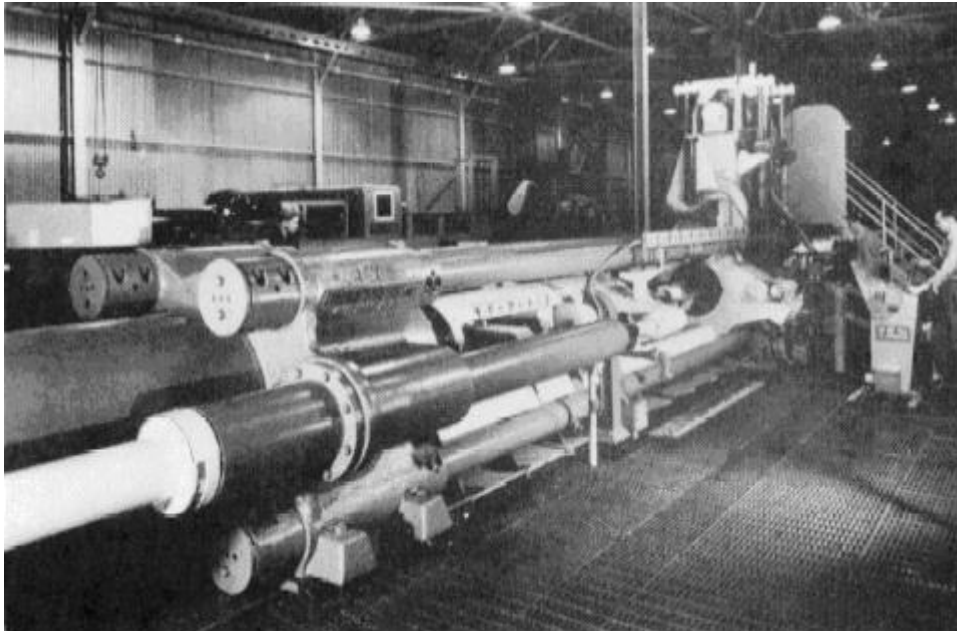
Cross-sections to be extruded



Poor and good examples of cross-sections to be extruded.

Note the importance of eliminating sharp corners and of keeping section thickness uniform.

Hydrostatic Extrusion



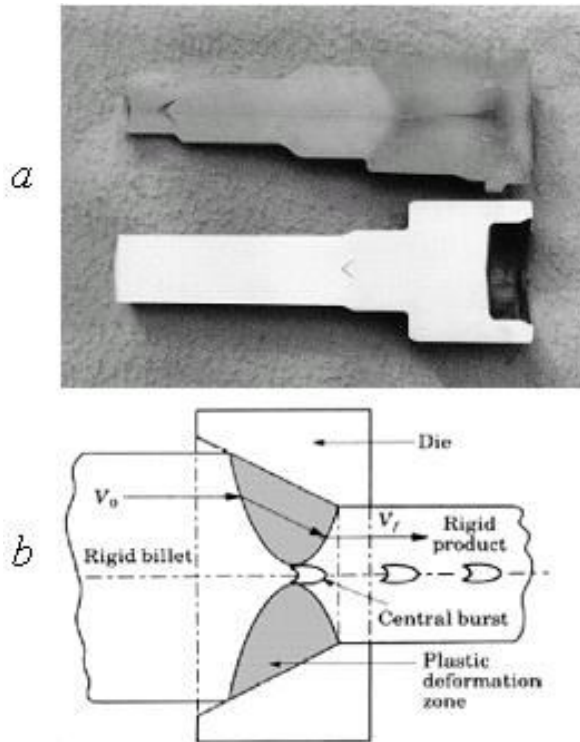
- The pressure required for extrusion is supplied through an incompressible fluid medium surrounding the billet
- Usually carried at room temperature, typically using vegetable oils as the fluid
- Brittle materials are extruded generally by this method
- It increases ductility of the material

- It has complex nature of the tooling

General view of a 9-MN (1000-ton) hydraulic-extrusion press.

Extrusion Defects

1. Surface cracking.
2. Pipe.
3. Internal Cracking



Chevron cracking (central burst) in extruded round steel bars. Unless the products are inspected, such internal defects may remain undetected, and later cause failure of the part in service. This defect can also develop in the drawing of rod, of wire, and of tubes. (b) Schematic illustration of rigid and plastic zones in extrusion. The tendency toward chevron cracking increases if the two plastic zones do not meet. Note that the plastic zone can be made larger either by decreasing the die angel or by increasing the reduction in cross-section (or both).

Учебное издание

Логинов Юрий Николаевич
Инатович Юрий Владимирович

ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРЕССОВАНИЯ МЕТАЛЛОВ

Редактор *Н. П. Кубыщенко*

Компьютерная верстка *Е.В. Суховой*

Подписано в печать 02.07.2014. Формат 70х100 1/16.
Бумага писчая. Плоская печать. Усл. печ. л. 18,06.
Уч.-изд. л. 10,7. Тираж 100 экз. Заказ 1499.

Издательство Уральского университета
Редакционно-издательский отдел ИПЦ УрФУ
620049, Екатеринбург, ул. С.Ковалевской, 5
Тел.: 8(343) 375-48-25, 375-46-85, 374-19-41
E-mail: rio@urfu.ru

Отпечатано в Издательско-полиграфическом центре УрФУ
620075, Екатеринбург, ул. Тургенева, 4
Тел.: 8(343) 350-56-64, 350-90-13
Факс: 8(343) 358-93-06
E-mail: press-urfu@mail.ru